



ΤΜΗΜΑ ΓΕΩΠΟΝΙΑΣ ΦΥΤΙΚΗΣ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ
& ΑΓΡΟΤΙΚΟΥ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΟΣ
Αριθμ. Πρωτοκ. 240
Ημερομηνία 14-10-2008

**ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΘΕΣΣΑΛΙΑΣ
ΣΧΟΛΗ ΓΕΩΠΟΝΙΚΩΝ ΕΠΙΣΤΗΜΩΝ
ΤΜΗΜΑ ΓΕΩΠΟΝΙΑΣ ΦΥΤΙΚΗΣ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ & ΑΓΡΟΤΙΚΟΥ
ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΟΣ**

Γεωργία ακριβείας στην μηλιά



Πτυχιακή διατριβή του Ευάγγελου Ράππου

Επιβλέπων Γεώργιο Νάνος, Αναπληρωτής Καθηγητής Δενδροκομίας

**Μέλη Θεοφάνης Γέμτος, Καθηγητής Γεωργικής Μηχανικής
Κωνσταντίνος Κίττας, Καθηγητής Γεωργικών Κατασκευών**

ΒΟΛΟΣ 2007



**ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΘΕΣΣΑΛΙΑΣ
ΒΙΒΛΙΟΘΗΚΗ & ΚΕΝΤΡΟ ΠΛΗΡΟΦΟΡΗΣΗΣ
ΕΙΔΙΚΗ ΣΥΛΛΟΓΗ «ΓΚΡΙΖΑ ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ»**

Αριθ. Εισ.:	7068/1
Ημερ. Εισ.:	08-04-2009
Δωρεά:	Συγγραφέας
Ταξιθετικός Κωδικός:	ΠΤ – ΦΠΑΠ
	2007
	ΡΑΠ

Περίληψη

Στους Πύργους Πτολεμαΐδας (Μακεδονία), τα έτη 2004 και 2005 διεξήχθη το πείραμα. Το κλίμα της περιοχής είναι ορεινό ηπειρωτικό και το υψόμετρο του αγρού είναι 790 m. Η εγκατάσταση του αγρού έγινε το 1998. Ο αγρός έχει δύο ποικιλίες την Red Chief (spur) και την Fuji. Η επιλογή των υποκειμένων έχει γίνει σύμφωνα με τις εδαφοκλιματικές συνθήκες της περιοχής, η ποικιλία Red Chief εμβολιάσθηκε σε MM 106 και η ποικιλία Fuji σε Payam 2. Τα δένδρα είναι φυτεμένα σε γραμμές και διαμορφωμένα σε παλμέτα. Οι αποστάσεις φύτευσης μεταξύ των σειρών είναι 4 m και επί της σειράς 2.5 m. Ο αγρός είναι 8.2 στρέμματα και αποτελείται από 15 σειρές εκ των οποίων οι 11 είναι φυτεμένες με την ποικιλία Red Chief και οι 4 με την ποικιλία Fuji. Κάθε σειρά είναι χωρισμένη σε 11 διαστήματα ώστε κάθε να διάστημα ορίζεται μεταξύ δυο πασάλων υποστηρίξεως. Κάθε διάστημα έχει 5 δέντρα.

Η γεωργία ακριβείας (precision farming) είναι μια νέα μέθοδος διαχείρισης των αγρών η οποία επιτρέπει να εφαρμοστούν διαφορετικά επίπεδα εισροών σε τμήματα του αγρού ανάλογα με το δυναμικό παραγωγής της κάθε περιοχής. Τα πιθανά πλεονεκτήματα είναι: α) αύξηση του οικονομικού αποτελέσματος η οποία μπορεί να προκύψει είτε από την αύξηση της παραγωγής είτε από την μείωση των εισροών, β) μείωση των αρνητικών επιπτώσεων στο περιβάλλον από τα αγροχημικά, επειδή εφαρμόζεται όση ακριβώς ποσότητα είναι απαραίτητη.

Η μεγάλη παραλλακτικότητα των ποιοτικών χαρακτηριστικών είναι από τα πιο σοβαρά προβλήματα κατά την εκτίμηση της ποιότητας. Η παραλλακτικότητα αυτή είναι έμφυτη σε πολλά προϊόντα και δυσκολεύει την εμπορία των καρπών. Μεγάλη παραλλακτικότητα παρουσιάζεται στην ωριμότητα των καρπών, η οποία είναι έντονη όχι μόνο ανάμεσα στα δέντρα μιας ποικιλίας του ίδιου οπωρώνα αλλά είναι αισθητή στο ίδιο το δέντρο και σχετίζεται με τη θρεπτική κατάσταση, το φορτίο καρποφορίας, τη γενετική προέλευση και τους κλιματικούς παράγοντες. Υψηλή συγκέντρωση αζώτου επιτείνει την παραλλακτικότητα της ωριμότητας. Ακόμα και αν η διασπορά λιπάσματος στον οπωρώνα είναι ομοιόμορφη, διαφορές στη θρεπτική κατάσταση των δέντρων δημιουργούνται από την παραλλακτικότητα της εδαφικής σύστασης του οπωρώνα που συντελούν σε διάφορο βαθμό ωριμότητας των καρπών. Το φορτίο καρποφορίας προκαλεί διαφορές στο βαθμό ωριμότητας. Συνήθως οι υπερφορτωμένοι κλάδοι ωριμάζουν τους καρπούς αργότερα από ότι οι κλάδοι με περιορισμένο φορτίο. Διαφορές επίσης στο βαθμό ωριμότητας υπάρχουν στα δέντρα δύο ποικιλιών, αλλά και μεταξύ των δέντρων της ίδιας ποικιλίας είναι δυνατόν να υπάρχει διαφοροποίηση του γενετικού υλικού και κατά συνέπεια του βαθμού ωριμότητας. Παρατεταμένη ανθοφορία λόγω ανεπαρκούς διακοπής του λήθαργου είναι δυνατόν να επηρεάζει το βαθμό ωριμότητας.

Όπως και στα ποιοτικά χαρακτηριστικά έτσι και στην παραγωγικότητα έχουμε ανομοιομορφία στον αγρό. Αυτή η παραλλακτικότητα μπορεί να οφείλεται στο έδαφος, τις κλιματολογικές συνθήκες που επικρατούν στην περιοχή, στις καλλιεργητικές φροντίδες, στη λίπανση, στην ποικιλία και στο υποκείμενο. Στους χάρτες που θα παρουσιαστούν τα αποτελέσματα αυτής της εργασίας θα παρατηρηθεί μεγάλη παραλλακτικότητα και θα επιχειρηθεί να εξηγηθεί.

Σύμφωνα με τις εδαφολογικές αναλύσεις υπάρχει επάρκεια θρεπτικών στοιχείων στο έδαφος. Από τους εδαφολογικούς χάρτες το pH αυξάνεται στο νότιο τμήμα του αγρού με αποτέλεσμα να φαίνεται αισθητά η δέσμευση του σιδήρου και του μαγνησίου. Το κάλιο ευθύνεται για το χρώμα στα μήλα. Στο δυτικό τμήμα του αγρού το ποσοστό καλίου είναι μικρότερο έτσι και ο δείκτης χρώματος C* έχει μικρότερες τιμές. Ενώ για το ασβέστιο και την σκληρότητας σάρκας των μήλων υπάρχει

αρνητική συσχέτιση. Κανονικά έπρεπε εκεί που εμφανίζεται υψηλό ποσοστό ασβεστίου να είναι λιγότερο σκληρά τα μίλα. Αυτό δεν υπάρχει λόγω του ότι εφαρμόζονται πολλές διαφυλλικές επεμβάσεις.

Εισαγωγή

Η μηλοκαλλιέργεια είναι η τέταρτη σε σημασία καλλιέργεια μετά από εκείνη της ελιάς, των εσπεριδοειδών και της ρόδακας. Η παραγόμενη ποσότητα μήλων κυμαίνεται περί τους 300.000 τόνους ετησίως και παραμένει σταθερή τα τελευταία χρόνια.

Σημαντικές ποσότητες μήλων παράγονται σε πολλές περιοχές της Ελλάδος είναι γνωστά όπως τα μήλα της Νάουσας, της Ζαγοράς του Πηλίου, της Αγιάς Λαρίσης, της Καστοριάς.

Οι απαιτήσεις για ποιότητα στην σημερινή γεωργία αυξήθηκαν. Έτσι έγιναν πιο απαιτητικές και σχολαστικές οι καλλιεργητικές φροντίδες. Αντίθετα, με την υπερβολική εκμηχάνιση το προϊόν μπορεί να υποβαθμιστεί ποιοτικά και έτσι ο αγρότης έχει αυξημένο κόστος και σημαντικές απώλειες στο εισόδημα του. Επιπλέον ο γεωργός λόγω της μεγέθυνσης των αγροκτημάτων έχασε την επαφή με τον αγρό. Σε ένα οπωρώνα τα φυτά ανά στρέμμα αυξήθηκαν, το αρχικό κεφάλαιο αυξήθηκε, ο γεωπόνος πρέπει να διαχειριστεί όσο το δυνατόν καλύτερα τις εκμεταλλεύσεις των αγροτών ώστε να επιφέρει το μέγιστο όφελος. Ουσιαστικά ο γεωπόνος πρέπει να υπολογίσει τις εισροές και τις εκροές στον αγρό και να τις ρυθμίσει με σκοπό την άριστη ποιότητα, ικανοποιητική ποσότητα και χαμηλό κόστος.

Για να τα επιτύχει όλα αυτά, ο γεωπόνος και ο αγρότης πρέπει να είναι βαθείς γνώστες της καλλιέργειας της μηλιάς και των καινούργιων τάσεων της αγοράς. Να γνωρίζει τις καινούργιες καλλιεργητικές τεχνικές, νέες ποικιλίες, διάθεση των προϊόντων στην αγορά και να προστατεύει το περιβάλλον. Ακόμα πρέπει να είναι γνώστης νέων τεχνολογιών και να εξοπλίζει όσο το δυνατόν καλύτερα τη γεωργική επιχείρηση.

Έχοντας ως 'εφόδια' τα παραπάνω πρέπει να τα συνδυάσει με τον καλύτερο τρόπο ώστε να εφαρμόσει τη γεωργία ακριβείας. Η γεωργία ακριβείας (precision farming) είναι μια νέα μέθοδος διαχείρισης των αγρών σύμφωνα με την οποία μπορεί να εφαρμοστούν διαφορετικά επίπεδα εισροών σε περιοχές του αγρού ανάλογα με το δυναμικό παραγωγής της κάθε περιοχής. Τα πιθανά πλεονεκτήματα είναι: α) αύξηση του οικονομικού αποτελέσματος, η οποία μπορεί να προκύψει είτε από την αύξηση της παραγωγής είτε από τη μείωση των εισροών, β) μείωση των αρνητικών επιπτώσεων στο περιβάλλον από τα αγροχημικά, επειδή εφαρμόζεται όση ακριβώς ποσότητα είναι απαραίτητη, και γ) καλύτερη ιχνηλασιμότητα των προϊόντων, επειδή γίνεται ακριβής καταγραφή όλων των επεμβάσεων στον αγρό.

Όλα τα παραπάνω εφαρμόστηκαν στην περιοχή Πύργων Πτολεμαΐδας, σε ένα μηλεώνα έκτασης 8 στρ.. Η καλλιέργεια είχε διαμόρφωση παλμέτας, αποτελούσαν από 15 γραμμές δέντρων και περιελάμβανε 11 γραμμές της ποικιλίας Red Chief και 4 της ποικιλίας Fuji. Η ηλικία του μηλεώνα είναι 8 ετών.

Σκοπός αυτής της εργασίας ήταν να χαρτογραφηθεί το αγρόκτημα. Στη χαρτογράφηση απεικονίζονται η παραγωγή, η παραγωγικότητα και τα ποιοτικά χαρακτηριστικά κάθε σημείου του αγρού. Δημιουργήθηκαν χάρτες με τα θρεπτικά στοιχεία ώστε να γίνει σωστότερη διαχείριση των εισροών και των εκροών. Τελικά έγινε ένας οικονομικός χάρτης που θα απεικονίζει το κέρδος που αποκομίζει ο αγρότης από το κάθε σημείο του αγρού του.

1. Υλικά και μέθοδοι

1.1 Προέλευση καρπών και μετρήσεις

Το πείραμα έγινε στους Πύργους Πτολεμαΐδας (Μακεδονία). Το κλίμα της περιοχής είναι ορεινό ηπειρωτικό και το υψόμετρο του αγρού είναι 790 m. Ο αγρός έχει δύο ποικιλίες, την Red Chief (spur) και τη Fuji. Η επιλογή των υποκειμένων έχει γίνει σύμφωνα με τις εδαφοκλιματικές συνθήκες της περιοχής, η ποικιλία Red Chief εμβολιάστηκε σε MM 106 και η ποικιλία Fuji σε Payam 2. Το σύστημα φύτευσης είναι γραμμικό και διαμορφωμένο σε παλμέτα. Οι αποστάσεις φύτευσης μεταξύ των σειρών είναι 4 m και επί της σειράς 2,5 m. Ο αγρός είναι 8,2 στρέμματα, αποτελείται από 15 σειρές εκ των οποίων οι 11 με την ποικιλία Red Chief και οι 4 με την ποικιλία Fuji. Κάθε σειρά είναι χωρισμένη σε 11 διαστήματα και κάθε ένα διάστημα ορίζεται μεταξύ δυο πασάλων υποστηρίξεως. Κάθε διάστημα έχει 5 δέντρα. Η εγκατάσταση του αγρού έγινε το 1998.

1.2 Αρχικές μετρήσεις στον αγρό

Προκειμένου να γίνει η χαρτογράφηση της παραγωγής μετρήθηκε η παραγωγή σε κάθε διάστημα (ανά 5 δέντρα) και έγινε η καταγραφή των γεωγραφικών συντεταγμένων στο κέντρο της πεντάδας με τη χρήση ενός GPS χειρός (hp ipac hx 2400 series). Για τη χαρτογράφηση της παραγωγής χρησιμοποιήθηκαν 165 σημεία (15 σειρές επί 11 διαστήματα), ενώ για τις μετρήσεις της παραγωγικότητας και των ποιοτικών χαρακτηριστικών χρησιμοποιήθηκαν 50 σημεία (30 για τη Red Chief και 20 για τη Fuji). Σε κάθε σημείο, των ποιοτικών χαρακτηριστικών, λήφθηκαν μετρήσεις από 2 γειτονικά δέντρα. Στη συνέχεια υπολογίστηκε ο μέσος όρος των μετρήσεων που αντιστοιχούσαν στα δύο δέντρα. Η χαρτογράφηση της παραγωγής έγινε με την παρακάτω διαδικασία: έγινε η συγκομιδή ανά πεντάδα δέντρων σε κιβώτια των 20 κιλών (με απόβαρο 1,8 Kg), κατόπιν με κοινό ζυγό μετρήθηκε το σύνολο των κιλών που βρίσκονταν στο διάστημα και αφαιρέθηκε το απόβαρο των κιβωτίων.

Στα 50 σημεία, μετρήθηκε η διάμετρος του κορμού και η παραγωγή των 2 δένδρων και υπολογίστηκε η παραγωγικότητα ως το πηλίκο της παραγωγής των 2 δένδρων προς την επιφάνεια διατομής του κορμού. Η διατομή μετρήθηκε με παχύμετρο, σε σημείο του κορμού 10 cm από την επιφάνεια του εδάφους. Για την εκτίμηση της ποιότητας των καρπών έγινε τυχαία λήψη 15 καρπών από κάθε σημείο. Για την Red Chief η παραπάνω διαδικασία έγινε στις 10/10/2004 ενώ για την Fuji στις 29/10/2004.

Στις 29/10/2004 λήφθηκαν τα εδαφολογικά δείγματα από 60 σημεία και σε δύο βάθη για κάθε θέση A: 0-30 εκ. και B: 30-60 εκ. εκ των οποίων τα 50 συνέπιπταν με αυτά των ποιοτικών χαρακτηριστικών, με στόχο να γίνει συσχέτιση των εδαφικών αναλύσεων με τα ποιοτικά χαρακτηριστικά των καρπών. Τα δείγματα λήφθηκαν στον αγρό με εδαφολήπτη χειρός και στη συνέχεια μεταφέρθηκαν στο εργαστήριο

όπου ψιλοχωματίστηκαν με ένα μύλο και κοσκινίστηκαν με κόσκινο με οπές 2mm. Στη συνέχεια στάλθηκαν στο ΙΧΤΕΛ για αναλύσεις.

1.3 Αρχικές μετρήσεις ποιότητας

Από τους 15 καρπούς κάθε δείγματος οι 5 χρησιμοποιήθηκαν για ποιοτικές μετρήσεις ενώ οι υπόλοιποι αποθηκεύτηκαν σε κοινό ψυκτικό θάλαμο (0° C θερμοκρασία και 95 % σχετική υγρασία) ώστε να γίνουν παρατηρήσεις σχετικές με την ποιότητα μετά από 4 μήνες συντήρησης.

Αρχικά ομαδοποιήθηκαν οι καρποί ώστε να γίνει ζύγιση των 5 καρπών. Μόνο στην ποικιλία της Red Chief μετρήθηκε το χρώμα του φλοιού. Το χρώμα του φλοιού μετρήθηκε με το χρωματόμετρο Hunter LAB (Miniscan XE Plus) μετά από βαθμονόμηση με άσπρη και μαύρη πλάκα. Πάρθηκαν 4 μετρήσεις γύρω από τον ισημερινό κάθε καρπού και καταγράφηκε ο μέσος όρος αυτών. Από τις παραμέτρους L^* , a^* , b^* , οι a^* και b^* χρησιμοποιήθηκαν για τον υπολογισμό των παραμέτρων του χρώματος φλοιού C^* και h° (Mc Guire, 1992). Το L^* έχει κλίμακα από το 0-100, όπου $L^*=0$ είναι μαύρο και $L^*=100$ το άσπρο. Όσο πιο μεγάλο είναι το L^* τόσο πιο φωτεινό είναι το χρώμα του καρπού άρα και λιγότερο κόκκινο. Τα a^* και b^* είναι συνισταμένες που τοποθετούν το χρώμα σε ένα νοητό οριζόντιο άξονα κάθετο στο L^* . Το άχρωμο ορίζεται από τις συντεταγμένες (0, 0) για το a^* και το b^* , αντίστοιχα. Αν το a^* είναι θετικό και όσο πιο μεγάλο είναι, τόσο πιο κόκκινος είναι ο καρπός, αν είναι αρνητικό και όσο πιο μικρό είναι, τόσο πιο μπλε χρώματος είναι ο καρπός. Το μετρήσιμο χρώμα C^* δίνεται συναρτήσει των a^* και b^* από τον τύπο $C^* = (a^{*2} + b^{*2})^{1/2}$. Γενικά όσο πιο μεγάλο είναι το C^* , τόσο πιο καθαρό χρώμα έχει ο καρπός. Το h° είναι η απόχρωση που δίνεται από το αντισυννημίτονο κλάσματος b^*/a^* . Το $h^\circ = 0^\circ$ εκφράζει το κόκκινο, $h^\circ = 90^\circ$ εκφράζει το κίτρινο, $h^\circ = 180^\circ$ το πράσινο και $h^\circ = 270^\circ$ το μπλε. Σε συνδυασμό τα C^* και h° δίνουν το ακριβές, πραγματικό χρώμα ιδιαίτερα για έγχρωμους καρπούς, όπως τα κόκκινα μήλα (Mc Guire, 1992).

Ο βαθμός σκληρότητας ή το μαλάκωμα της σάρκας μετρήθηκε με πιεσόμετρο τύπου Magness-Taylor που αποτελείται από ένα δυναμόμετρο που φέρει ένα έμβολο σε σχήμα κυλίνδρου με διάμετρο 11 mm. Ο κύλινδρος βυθίζεται σε μια πλευρά του καρπού, σε σημείο από όπου είχε αφαιρεθεί ο φλοιός, σε ορισμένο βάθος μέσα στη σάρκα και παίρνονταν η ένδειξη του δυναμόμετρου σε κιλά (KgF). Στα μήλα έγιναν 2 μετρήσεις σε κάθε καρπό περιμετρικά σε ίσες αποστάσεις και στον ισημερινό του καρπού και υπολογίστηκε ο μέσος όρος ανά καρπό.

Η μέτρηση των σακχάρων είναι δυνατόν να γίνει με χημική μέθοδο. Τα σάκχαρα όμως, που αποτελούν το μεγαλύτερο μέρος των διαλυτών στερεών συστατικών (Δ.Σ.Σ.), προσδιορίζονται πιο εύκολα με διαθλασίμετρο στο χυμό του καρπού. Για τη μέτρηση των Δ.Σ.Σ. χρησιμοποιήθηκε φορητό διαθλασίμετρο τύπου Carl Zeiss Zena (0-32 Brix). Η μέτρηση παίρνεται τοποθετώντας μια σταγόνα χυμού στη γυάλινη πλάκα του οργάνου και στρέφοντας το προς φωτεινή πηγή (παράθυρο, λαμπτήρα). Η ένδειξη πάρθηκε σε % Δ.Σ.Σ. .

Τέλος, με έναν αποχυμωτή εξήχθη ο χυμός φρούτων από κάθε δείγμα. Στη συνέχεια τοποθετήθηκαν 10 g χυμός και 10 mL απιονισμένο νερό σε ένα ποτήρι και μετρήθηκε το pH με πεχάμετρο Hanna και στη συνέχεια τιτλοδοτήθηκε με διάλυμα 0,1 N NaOH. Η τιτλοδότηση γίνεται μέχρι το pH να φτάσει το 8,2. Κατόπιν υπολογίστηκε η περιεκτικότητα του χυμού σε g μηλικού οξέως στα 100 mL χυμού.

Οι ίδιες μετρήσεις πραγματοποιήθηκαν 4 μήνες μετά τη συντήρηση (εκτός της μέτρησης του χρώματος του φλοιού). ενώ επιπλέον καταγράφηκαν παρατηρήσεις για τυχόν φαιά σήψη και επιφανειακό έγκαυμα (scald).

1.4 Μετρήσεις στην αρχή της καλλιεργητικής περιόδου (2005)

1.4. α Καταγραφή ανθοφορίας

Στις 23/4/2005 μετρήθηκαν τα άνθη του περισσότερου αντιπροσωπευτικού δένδρου της κάθε πεντάδας και παράλληλα γινόνταν λήψη μιας ψηφιακής φωτογραφίας. Για την καταγραφή των ανθέων χρησιμοποιήσαμε την μέθοδο της στερεολογίας (stereology methodology) και την ανάλυση ψηφιακής εικόνας. Απώτερος σκοπός ήταν να γίνει πρόβλεψη για την παραγωγή του 2005.

1.4. β Μέτρηση αντίστασης του εδάφους στη διείσδυση

Στις 3/5/2005 μετρήθηκε η αντίσταση του εδάφους στη διείσδυση με ένα κωνικό διεισδυσιόμετρο (Bush Soil Penetrometer sp 1000) (Σχήμα 1). Ο κώνος του διεισδυσιόμετρου είχε διάμετρο βάσης 12.83 mm και γωνία κορυφής 30°. Το όργανο που χρησιμοποιήθηκε ήταν χειροκίνητο και κατέγραφε αυτόματα τις μετρήσεις σε διαστήματα του 1cm και μέχρι το βάθος των 50 cm. Ο κώνος πιεζόταν στο έδαφος με μια ταχύτητα περίπου 30mm/s (ASAE S313.2, 1993).

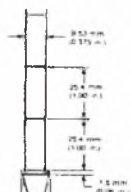
Για την μετατροπή των ενδείξεων του οργάνου (kg) σε τιμές πίεσης (kPa), χρησιμοποιήθηκε η παρακάτω σχέση:

$$y = \frac{x * 9.81 / 2}{(3.14 * 12.83 * 12.83) / 4} * 1000$$

όπου y= η αντίσταση του εδάφους στη διείσδυση, σε kPa

x= η ένδειξη του οργάνου, σε kg

Οι μετρήσεις λήφθηκαν στα ίδια σημεία που έγιναν οι μετρήσεις της ποιότητας, δηλαδή 30 μετρήσεις για την ποικιλία Red Chief και 20 μετρήσεις για την Fuji. Σε κάθε σημείο λήφθηκαν μετρήσεις σε έξι σημεία. Οι δύο πρώτες είναι κοντά στη γραμμή και οι 4 τελευταίες είναι σε απόσταση ενός μέτρου από την γραμμή, στο σημείο που διέρχονται τα γεωργικά μηχανήματα, μεταξύ των γραμμών. Από αυτές υπολογίστηκε ο μέσος όρος για κάθε βάθος. Στη συνέχεια υπολογίστηκαν οι μέσοι όροι για διαστήματα βάθους 5 cm. Όλες οι μετρήσεις λήφθηκαν την ίδια μέρα έτσι ώστε τα τεμάχια να έχουν την ίδια υγρασία, επειδή η αντίσταση του εδάφους στη διείσδυση εξαρτάται από την υγρασία του εδάφους.



Σχήμα 1 Κωνικό διεισδυσιόμετρο για τη μέτρηση της αντίστασης του εδάφους στη διείσδυση

1.5 Επανάληψη μετρήσεων ποιότητας (έτος 2005)

Στις 27/9/2005 έγινε η συγκομιδή των Red Chief και στις 10/10/2005 για την Fuji. Οι διαδικασίες χαρτογράφησης της παραγωγής και ποιοτικού ελέγχου έγιναν όπως και το καλλιεργητικό έτος 2004

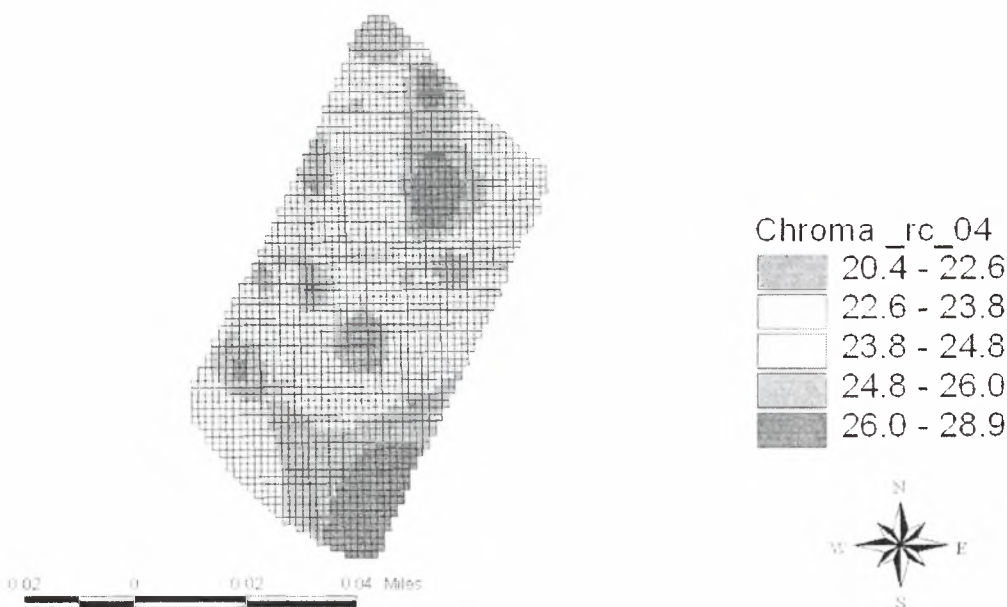
2. Αποτελέσματα

Στα αποτελέσματα συμπεριλαμβάνονται οι μετρήσεις του 2004 και 2005. Τα αποτελέσματα παρουσιάζονται με μορφή ψηφιακών χαρτών, με την βοήθεια του λογισμικού Surfer 8. Παρακάτω παρουσιάζονται οι μετρήσεις των ποιοτικών χαρακτηριστικών και οι εδαφολογικές αναλύσεις.

2.1 Αποτελέσματα καλλιεργητικής περιόδου 2004

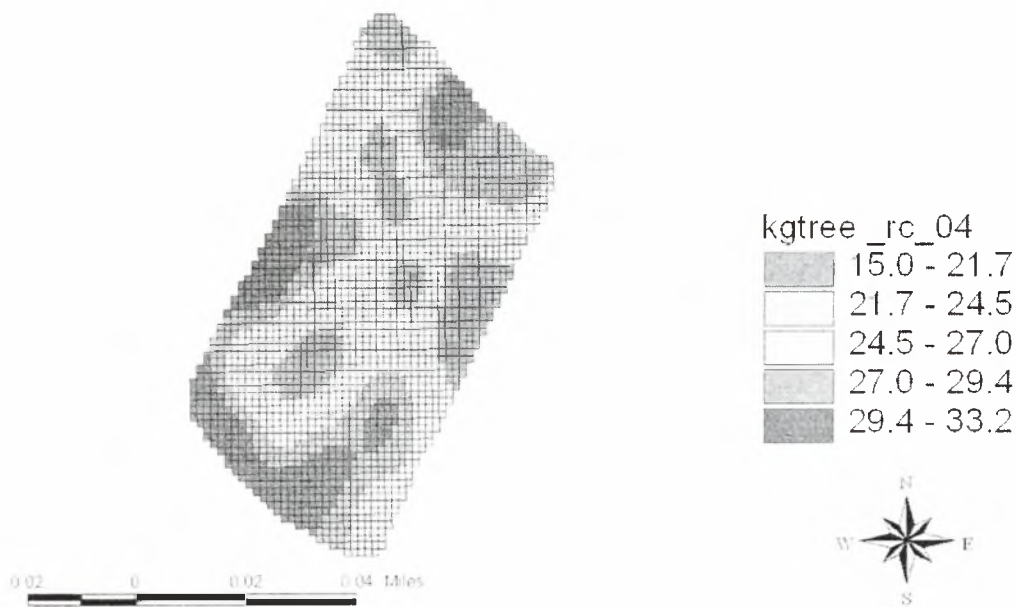
Red Chief

Στο χάρτη 1 παρουσιάζονται τα αποτελέσματα του δείκτη χρώματος C* στα μήλα Red Chief, αντίστοιχος χάρτης για τα Fuji δεν υπάρχει. Στη βορειοδυτική πλευρά του αγρού παρατηρήθηκε μείωση του δείκτη C* των καρπών, η μείωση γίνεται πιο αισθητή σε δύο κηλίδες που βρίσκονται στο κέντρο και κάτω τμήμα του αγρού. Πιο καθαρό χρώμα είχαν τα μήλα στο νότιο και στο βορειοανατολικό τμήμα.



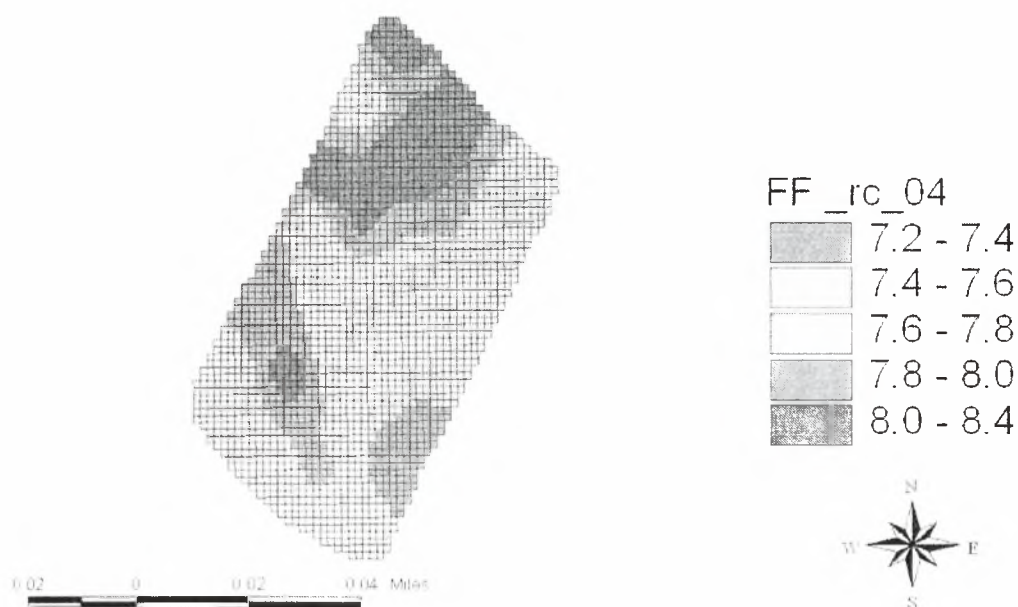
χάρτης 1

Στο χάρτη 2 παρουσιάζεται η παραγωγή καρπού (kg/tree) του αγρού. Στο νότιο τμήμα παρατηρείται μεγαλύτερη παραγωγικότητα με καλύτερη ομοιομορφία ενώ στο βόρειο μέρος μειώνεται αισθητά. Αυτό μπορεί να οφείλεται ότι στο νότιο τμήμα υπάρχουν μεγαλύτερα δένδρα.



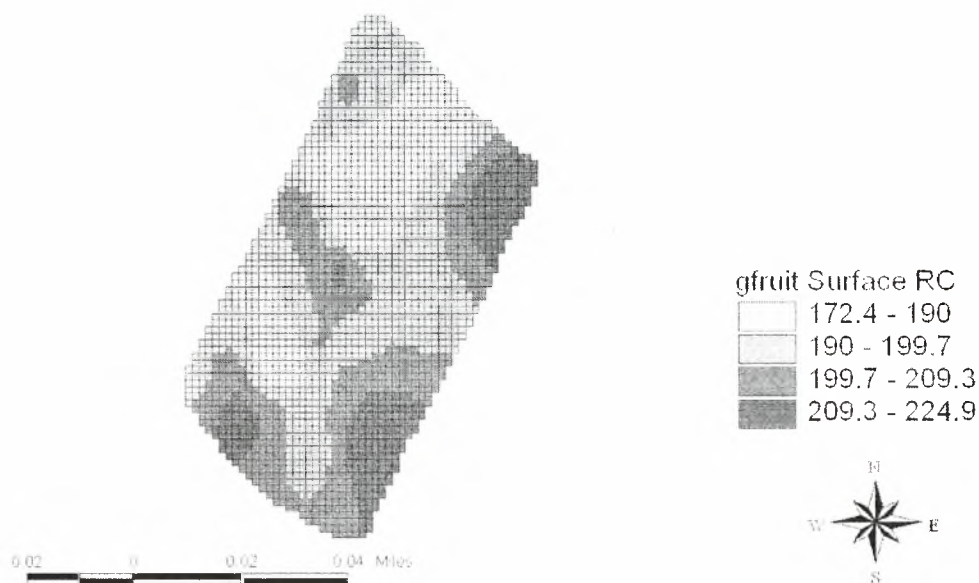
χάρτης 2

Στο χάρτη 3 παρουσιάζεται η σκληρότητα (ff) σάρκας καρπού, στο βόρειο μέρος του αγρού είναι υψηλότερη από το νότιο στο οποίο υπάρχει μια κηλίδα που μειώνεται αισθητά. Αυτό έρχεται σε αντίθεση με την αυξημένη παραγωγή του νοτίου τμήματος η οποία θα προκαλούσε οψιμίσση (πιο σκληρούς καρπούς). Άρα είναι πιθανόν, να υποβαθμίζεται η ποιότητα λόγω της υψηλής παραγωγής.



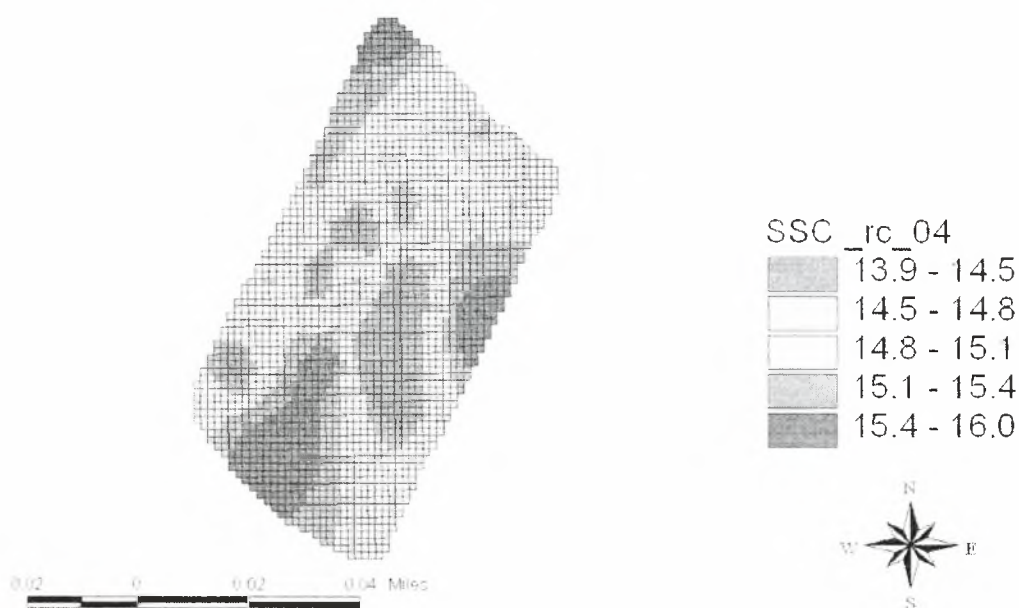
χάρτης 3

Στο χάρτη 4 παρουσιάζεται το βάρος ανά καρπό (g/fruit), στο βορειοδυτικό τμήμα του αγρού υπάρχουν οι πιο μικροί καρποί, με ελάχιστη τιμή 170 g, αυτό οφείλεται στη λίπανση αλλά μπορεί να οφείλεται είτε στο φυτό είτε στις καλλιεργητικές φροντίδες. Στο ανατολικό τμήμα του αγρού υπάρχουν οι μεγαλύτεροι καρποί. Άριστο μέγεθος για το εμπόριο είναι να κυμαίνεται το βάρος του καρπού από 200 έως 250 g.



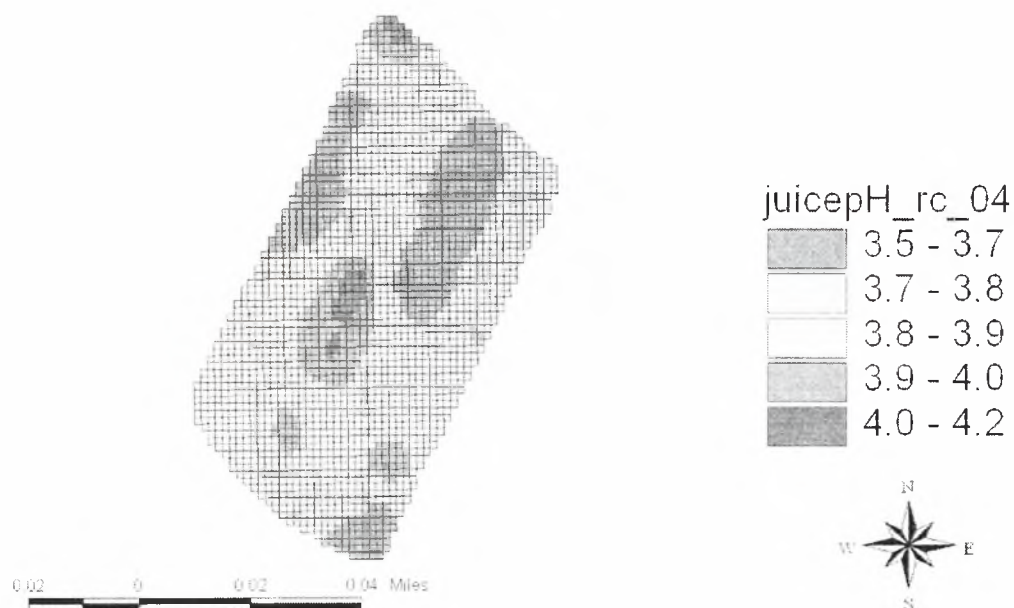
χάρτης 4

Στο χάρτη 5 παρουσιάζονται τα διαλυτά στερεά (ssc) των καρπών, βασικό ποιοτικό χαρακτηριστικό, που δείχνει την ωριμότητα και ποιότητα των καρπών. Στο κεντρικό σημείο παρατηρείται μια πτώση των τιμών ενώ οι μέγιστες τιμές είναι σε τρία άκρα του αγρού. Στο βορειοδυτικό μέσο- ανατολικό σχετίζεται θετικά με το μικρότερο μέγεθος καρπού.



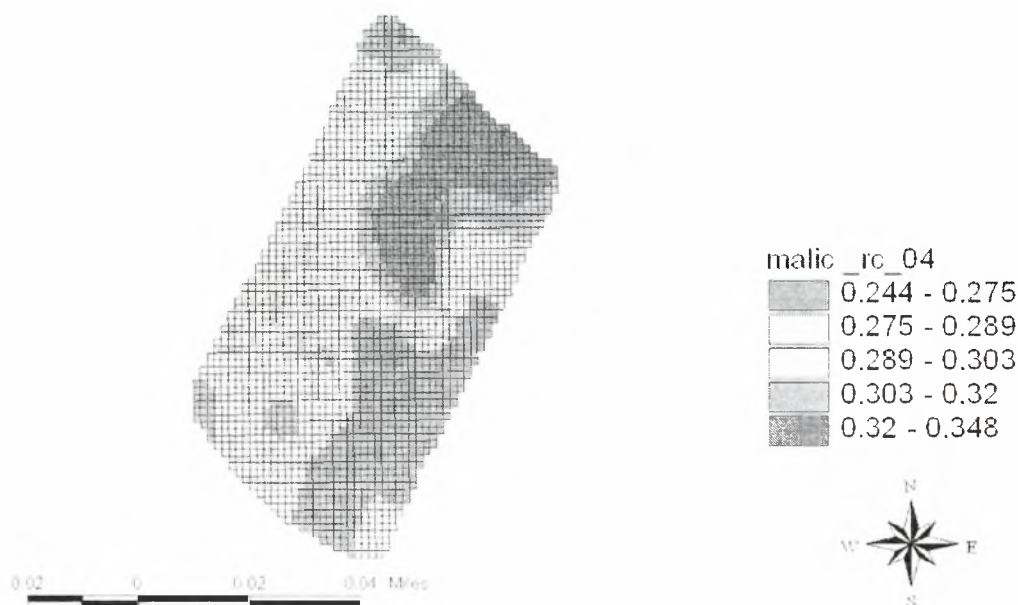
χάρτης 5

Στο χάρτη 6 παρουσιάζεται το pH του χυμού των καρπών. Στο κεντρικό και στο βορειοδυτικό τμήμα του αγρού υπάρχουν οι μέγιστες τιμές.



χάρτης 6

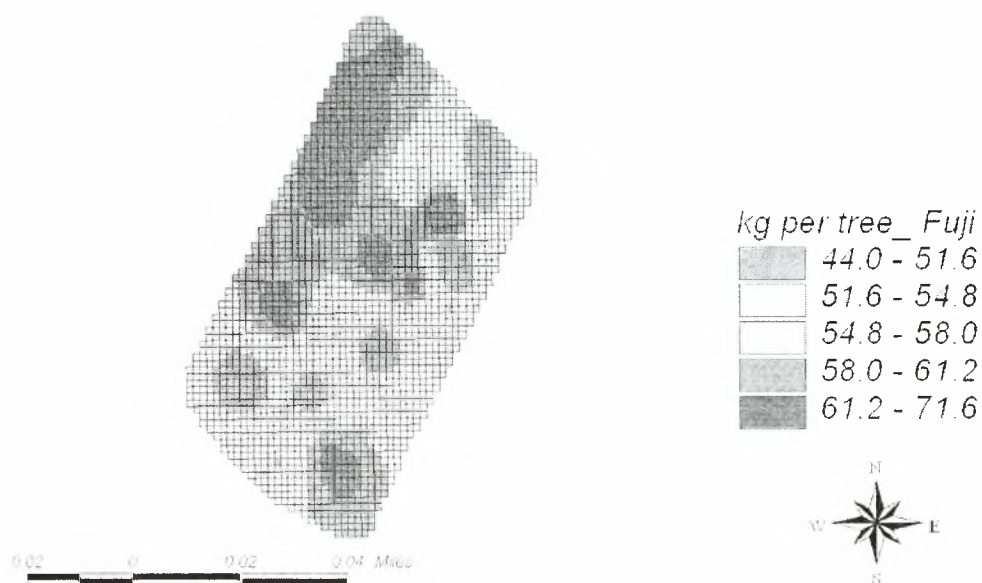
Στο χάρτη 7 παρουσιάζεται το μηλικό οξύ (malic) του χυμού. Στο βόρειο τμήμα του αγρού υπάρχουν οι μέγιστες τιμές ενώ προς το νότιο τμήμα οι τιμές μικραίνουν.



χάρτης 7

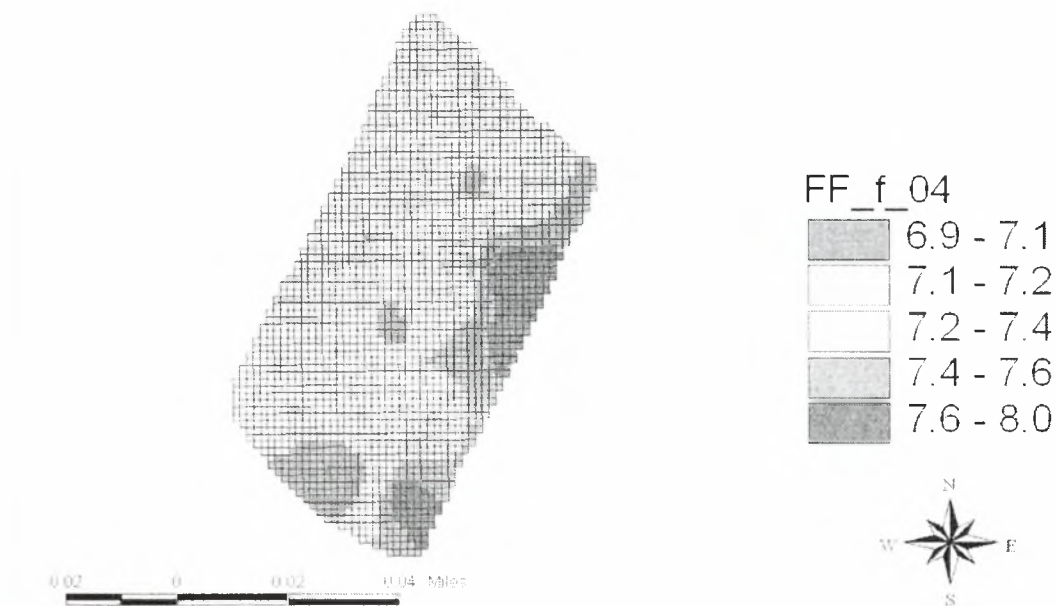
Fuji

Στο χάρτη 1 παρουσιάζεται η παραγωγή (kg/tree) του αγρού στην ποικιλία Fuji. Στο νότιο και δυτικό τμήμα του αγρού παρουσιάζεται αισθητή μείωση της παραγωγής ενώ στο βόρειο τμήμα έχουμε τις μέγιστες τιμές.



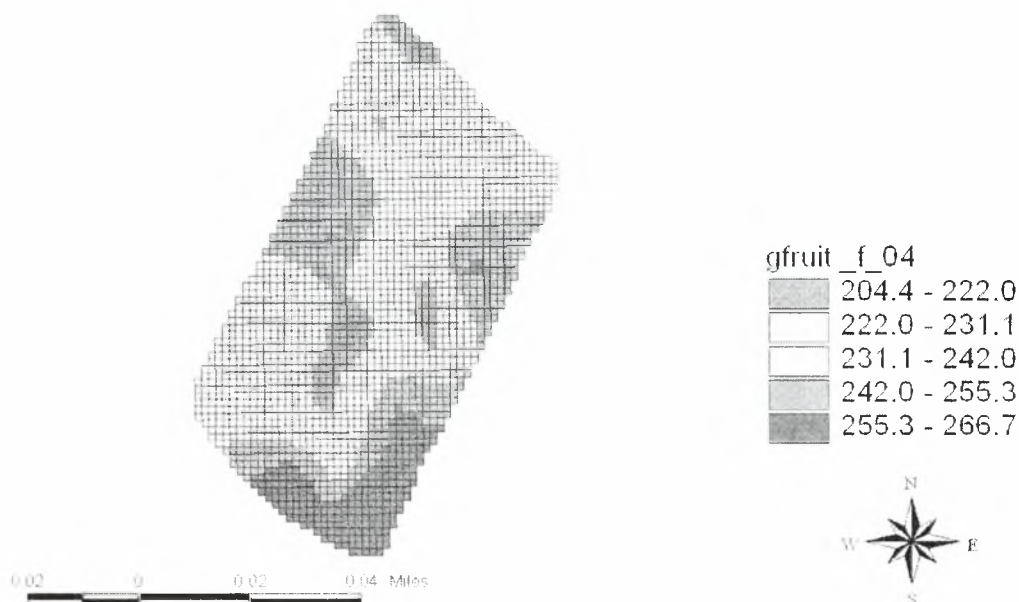
χάρτης 1

Στο χάρτη 2 παρουσιάζεται η σκληρότητα (ff) των καρπών. Στο ανατολικό τμήμα καταγράφηκαν οι υψηλότερες τιμές, ενώ νότια υπήρξαν τμήματα με τις χαμηλότερες τιμές και στον υπόλοιπό αγρό υπήρξε μια σταθερότητα στις τιμές.



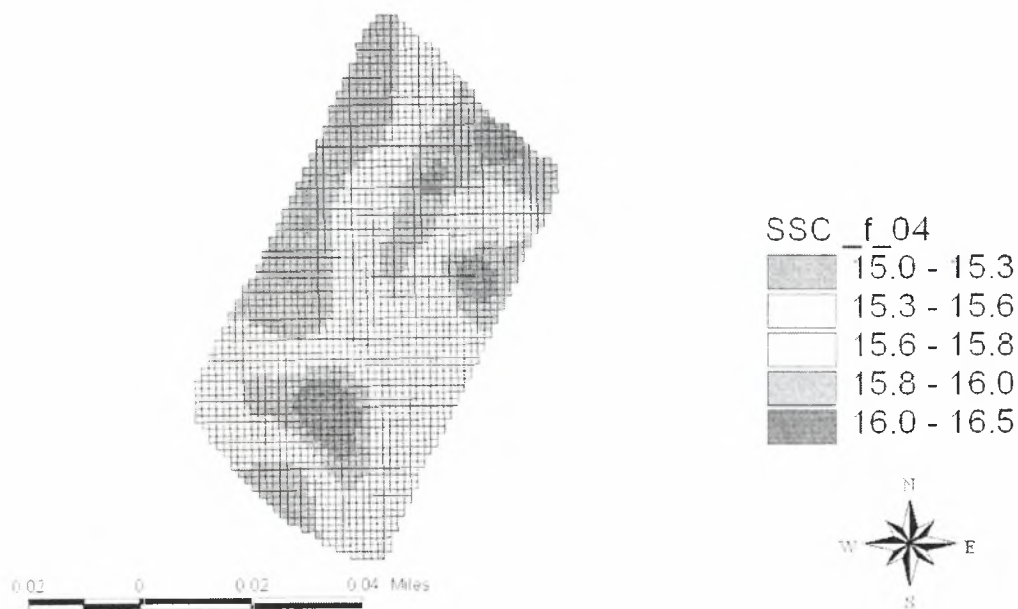
χάρτης 2

Στο χάρτη 3 παρουσιάζεται το βάρος ανά καρπό (g/fruit). Γενικά υπήρξε πολύ ικανοποιητικό μέγεθος για το εμπόριο. Στο νότιο τμήμα υπήρξαν οι άριστες τιμές για το εμπόριο (250 g), ενώ δυτικά και κεντρικά υπήρχε μια πτώση των τιμών οι οποίες όμως παρέμειναν ικανοποιητικές.



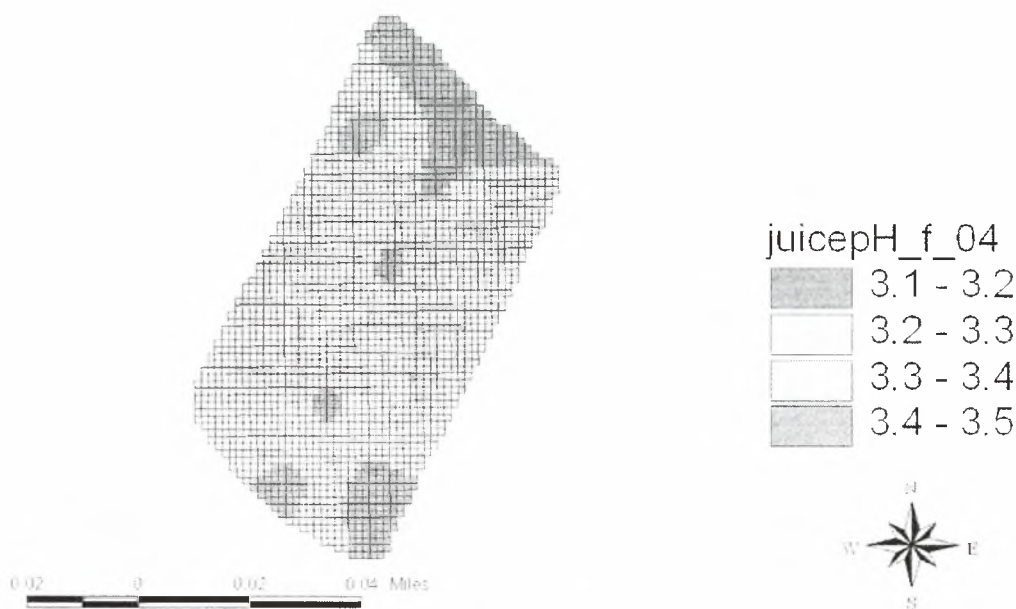
χάρτης 3

Στο χάρτη 4 παρουσιάζονται τα διαλυτά στερεά (ssc) των καρπών. Δυτικά και σε ένα μικρό τμήμα στα νότια υπήρξαν οι μικρότερες τιμές ενώ στο βόρειο τμήμα του αγρού οι τιμές ήταν οι μέγιστες.



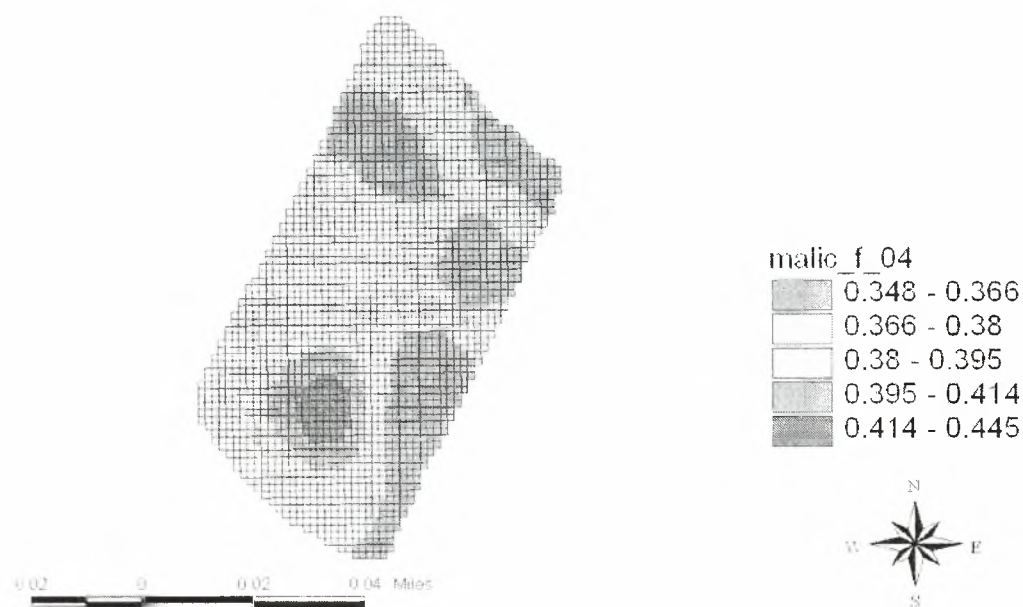
χάρτης 4

Στο χάρτη 5 παρουσιάζεται το pH του χυμού των καρπών. Στο βόρειο και στο νοτιοανατολικό τμήμα του αγρού καταγράφονται οι μικρότερες τιμές.



χάρτης 5

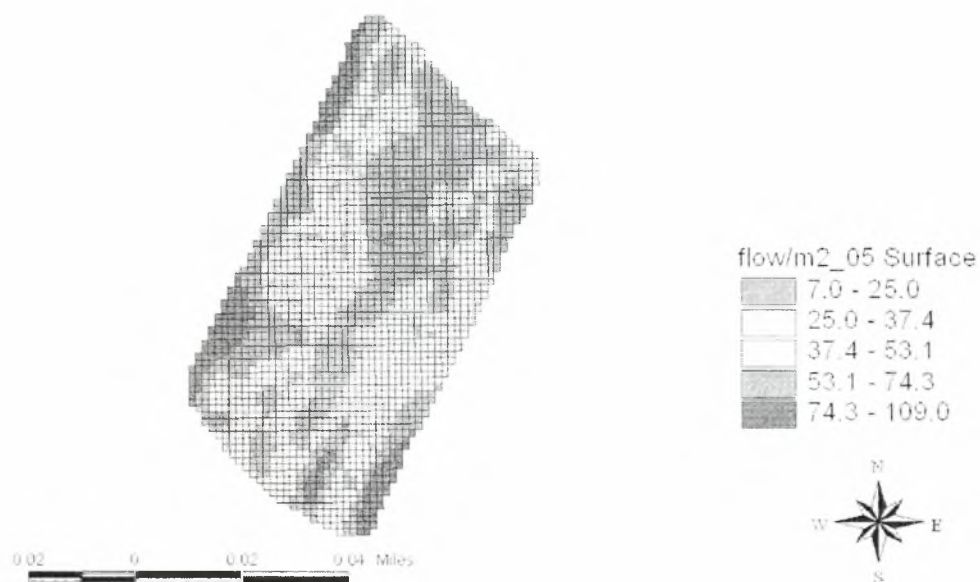
Στο χάρτη 6 παρουσιάζεται το μηλικό οξύ (malic) του χυμού. Σε δύο τμήματα στον ανατολικό και στο δυτικό τομέα του αγρού καταγράφονται μειωμένες τιμές του μηλικού οξέος.



χάρτης 6

2.2 Αποτελέσματα καλλιεργητικής περιόδου 2005

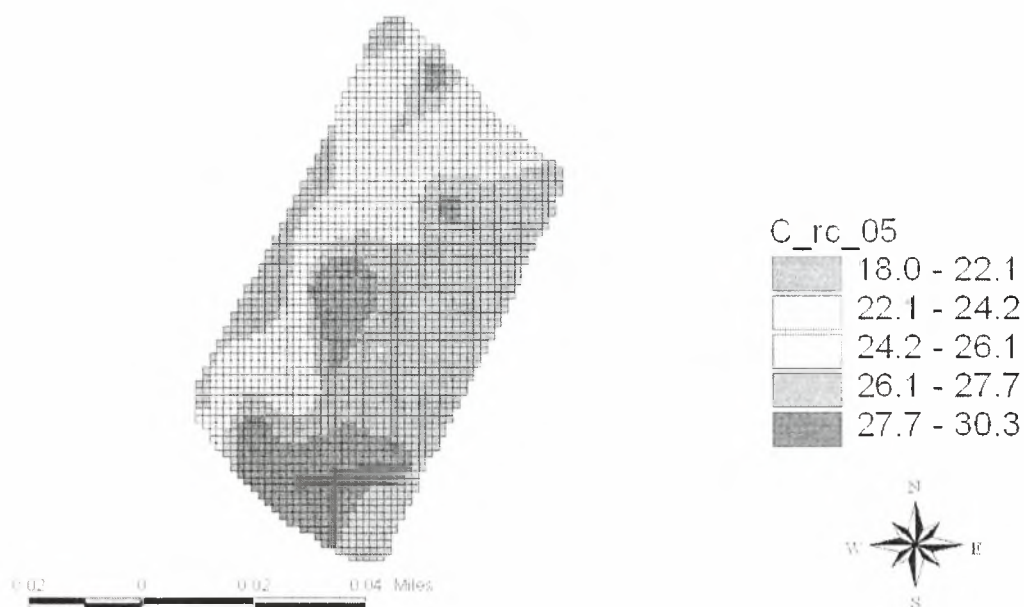
Στην αρχή της καλλιεργητικής περιόδου του έτους 2005 καταμετρήθηκαν τα άνθη στον πειραματικό αγρό με την stereology methodology και την ανάλυση ψηφιακής εικόνας και εκφράστηκαν σε στίγματα ανά τετραγωνικό μέτρο. Έτσι στο κέντρο του αγρού από το νότιο έως βόρειο τμήμα έχουμε μικρές τιμές ενώ στην δυτική και ανατολική πλευρά τις μεγαλύτερες. (χάρτης ανθοφορίας)



χάρτης ανθοφορίας

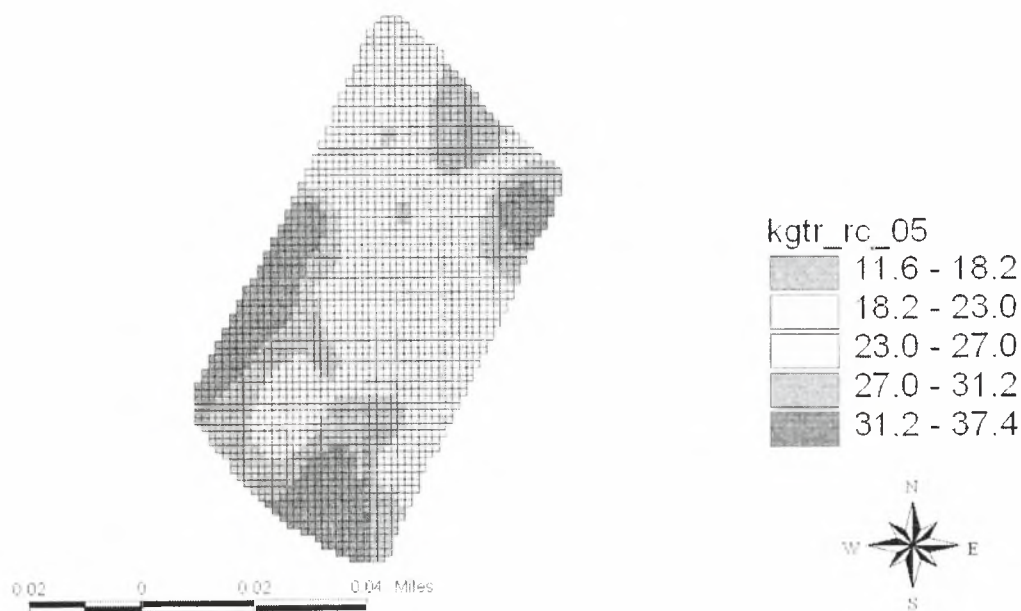
Red Chief

Στο χάρτη 1 παρουσιάζονται τα αποτελέσματα του δείκτη χρώματος C* στα Red Chief. Το 2005 παρατηρήθηκε μια σχετική ομοιομορφία σε όλο τον αγρό σε αντίθεση με το 2004 που βρέθηκε πτώση των τιμών στο δυτικό τμήμα του αγρού.



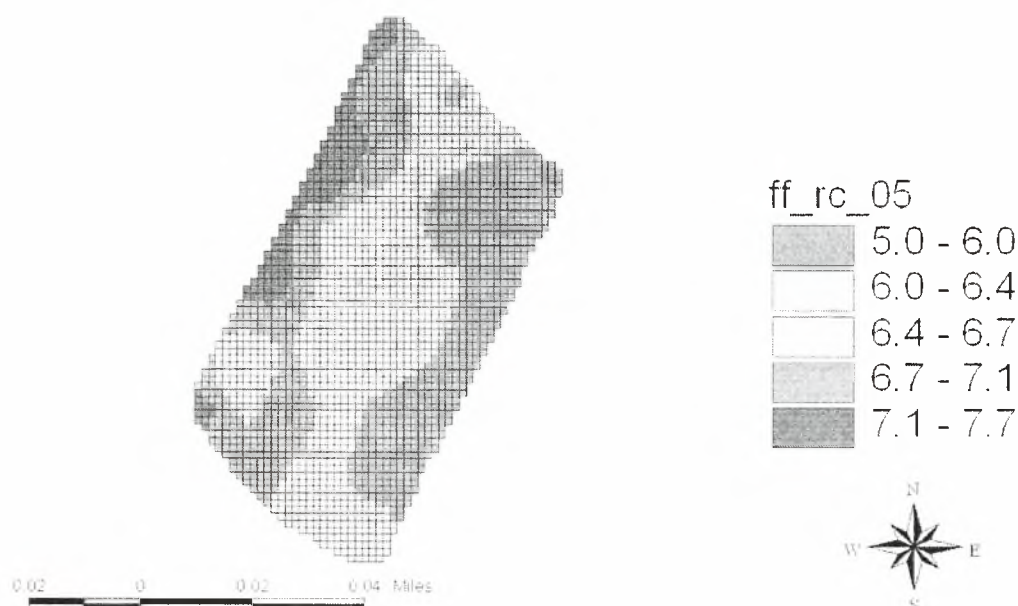
χάρτης 1

Στο χάρτη 2 παρουσιάζεται η παραγωγή (kg/tree) του αγρού. Στο νότιο τμήμα παρατηρήθηκαν οι μέγιστες τιμές με σταδιακή μείωση προς τα βόρεια, όπως περίπου και το 2004.



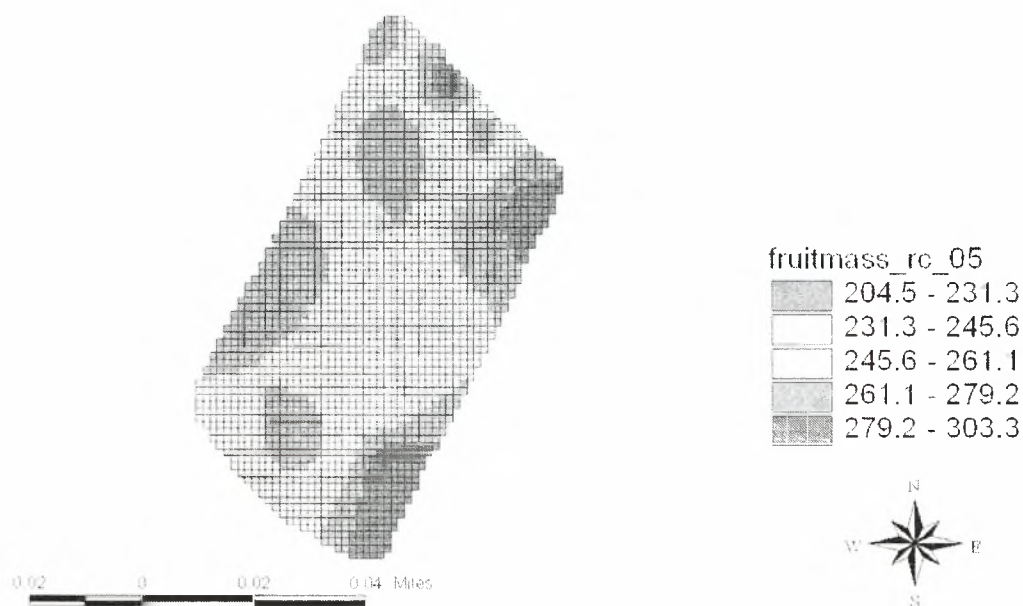
χάρτης 2

Στο χάρτη 3 παρουσιάζεται η σκληρότητα σάρκας καρπού (ff), με σταδιακή αύξηση των τιμών από ανατολικά προς τα δυτικά του αγρού και σημαντικά μικρότερες τιμές από το 2004.



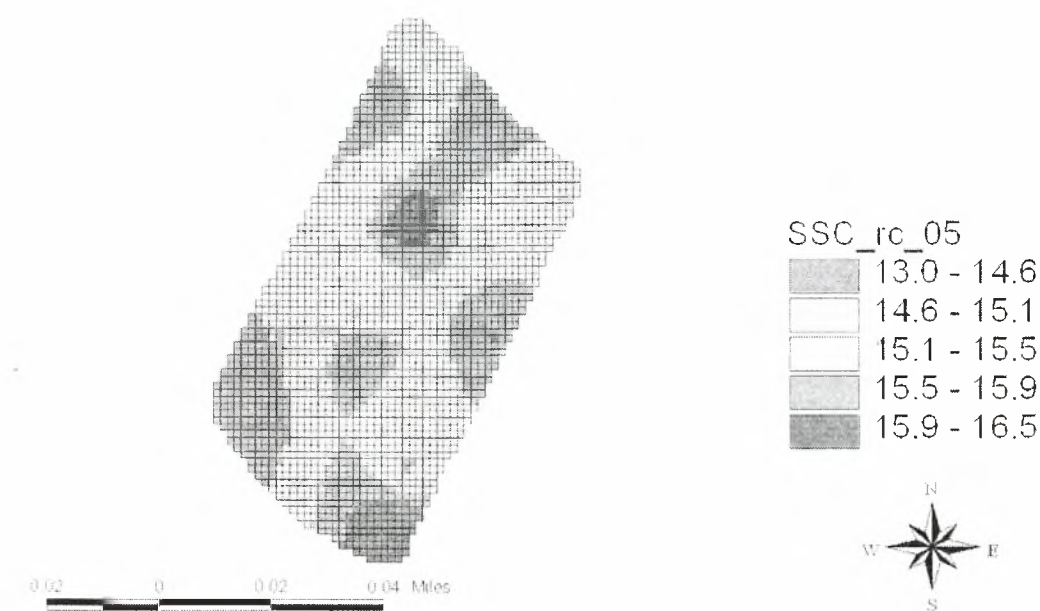
χάρτης 3

Στο χάρτη 4 παρουσιάζεται το βάρος ανά καρπό (g/fruit). Στο ανατολικό τμήμα παρατηρήθηκαν οι μεγαλύτερες τιμές με σταδιακή μείωση των τιμών προς τα δυτικά και κατά τόπους αισθητά μειωμένο. Παρόμοιες διαφορές βρέθηκαν και το 2004. Αλλά σε σύγκριση με το έτος 2004 το βάρος των καρπών ήταν πολύ μεγαλύτερο.



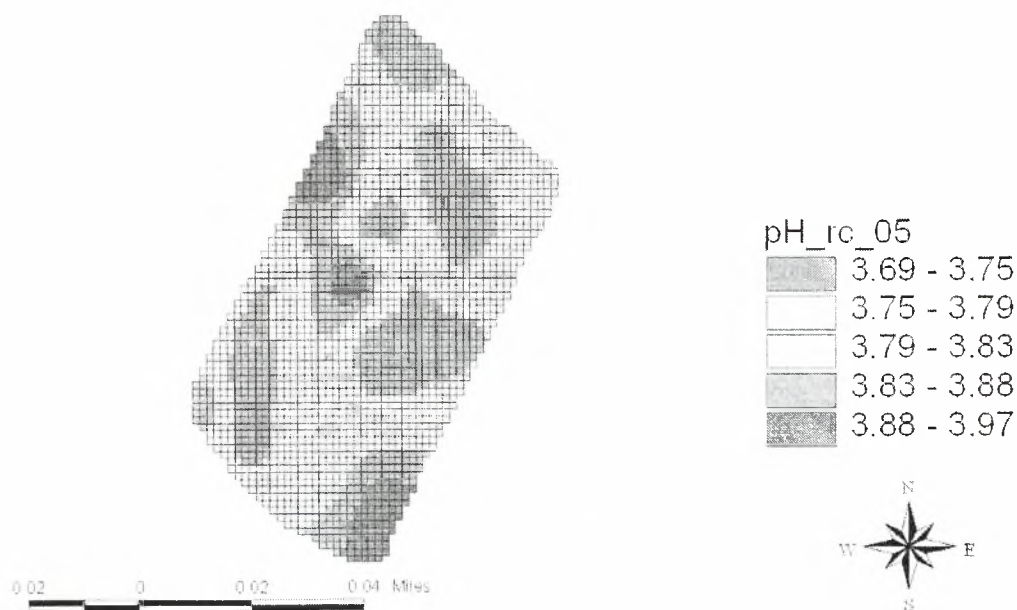
χάρτης 4

Στο χάρτη 5 παρουσιάζονται τα διαλυτά στερεά (ssc) των καρπών. Στα δυτικά παρατηρήθηκε σε δυο σημεία αισθητή μείωση των διαλυτών στερεών. Ενώ στον υπόλοιπο αγρό παρατηρήθηκε μια σχετική ανομοιομορφία και βέβαια παντού τα ssc είναι πολύ υψηλά (γευστικά μήλα).



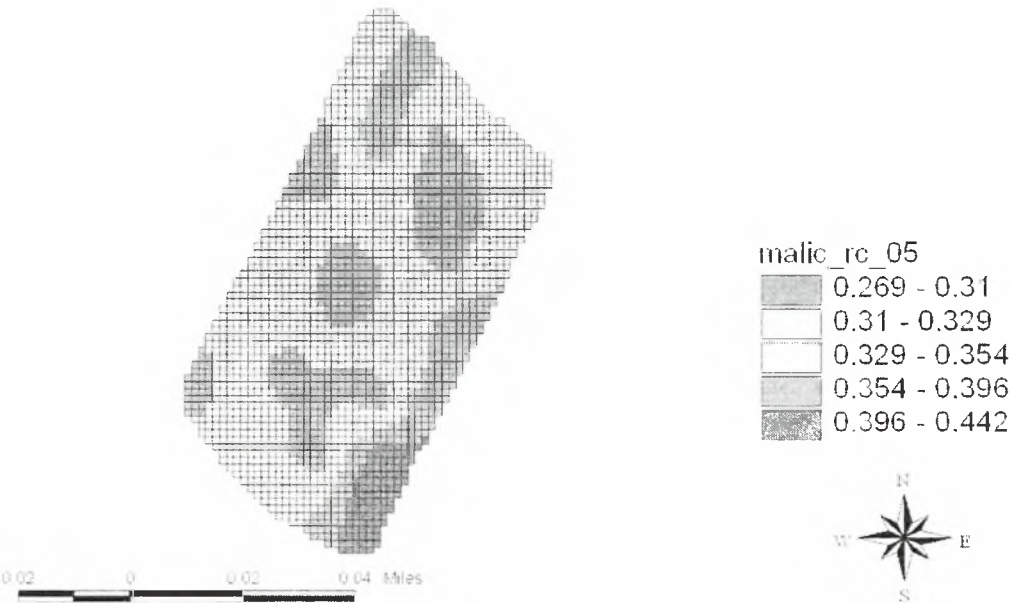
χάρτης 5

Στο χάρτης 6 παρουσιάζεται το pH του χυμού των καρπών. Παρατηρήθηκε μια πλήρης ανομοιομορφία με μικρό εύρος τιμών σε όλο τον μηλεώνα.



χάρτης 6

Στο χάρτη 7 παρουσιάζεται το μηλικό οξύ (malic) του χυμού. Η μέγιστη τιμή παρατηρήθηκε σε τμήμα του αγρού που βρίσκεται νότιο-ανατολικά ενώ στον υπόλοιπο αγρό υπήρξε ομοιομορφία ως προς τις τιμές.



χάρτης 7

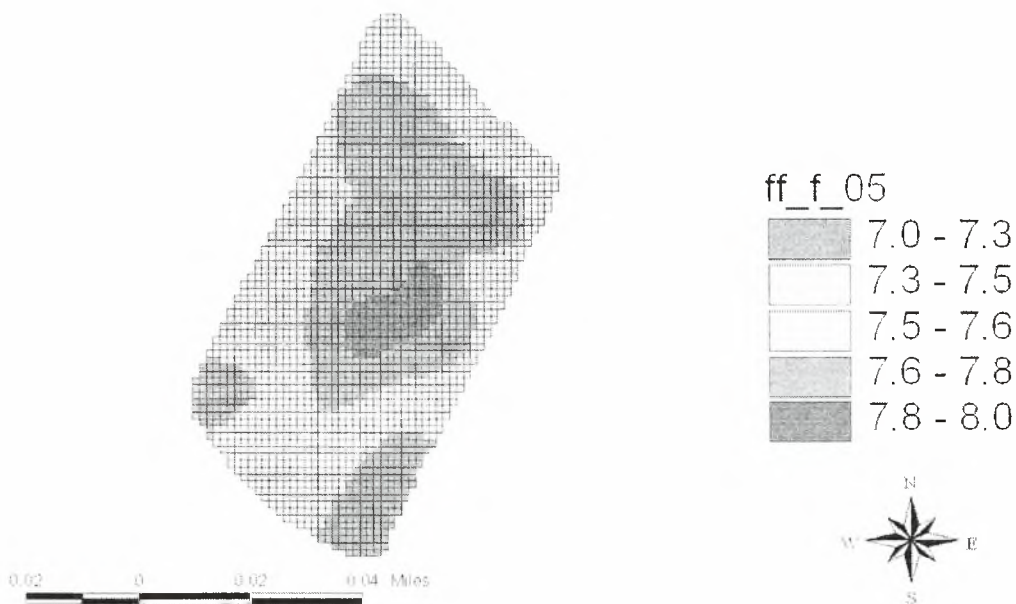
Fuji

Στο χάρτη 1 παρουσιάζεται η παραγωγή (kg/tree) του αγρού στην ποικιλία Fuji. Γενικά η παραγωγή το 2005 είναι αισθητά μειωμένη. Μόνο στο νότιο τμήμα παρατηρούνται αυξημένες τιμές ενώ στον υπόλοιπο αγρό παρατηρείται ομοιομορφία στην παραγωγή.



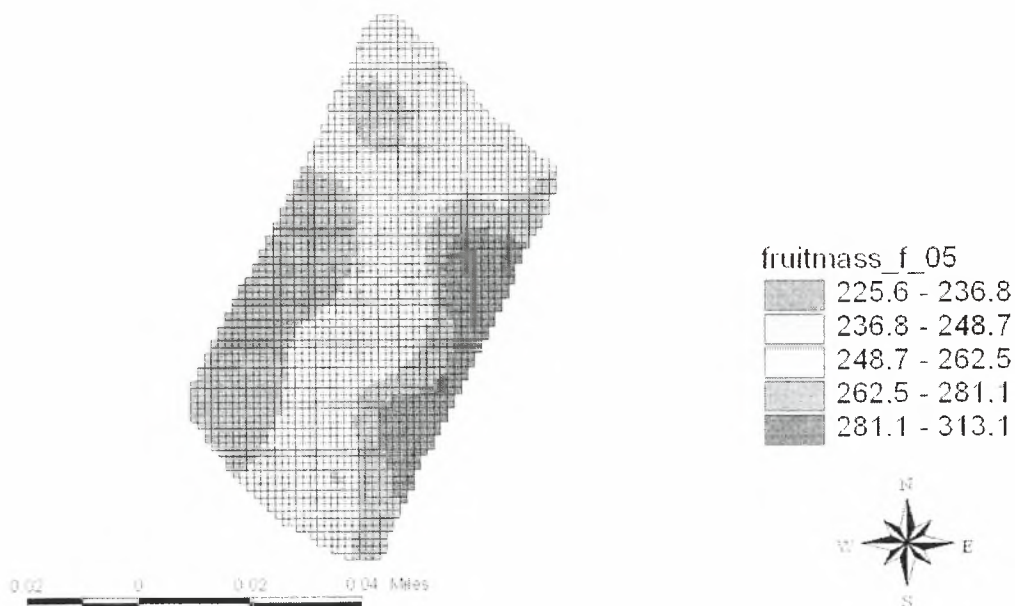
χάρτης 1

Στο χάρτη 2 παρουσιάζεται η σκληρότητα σάρκας (ff) των καρπών. Περιμετρικά του αγρού καταγράφονται οι μικρότερες τιμές και ιδιαίτερα στο νότιο τμήμα, στον υπόλοιπο αγρό επικρατούν άριστες τιμές.



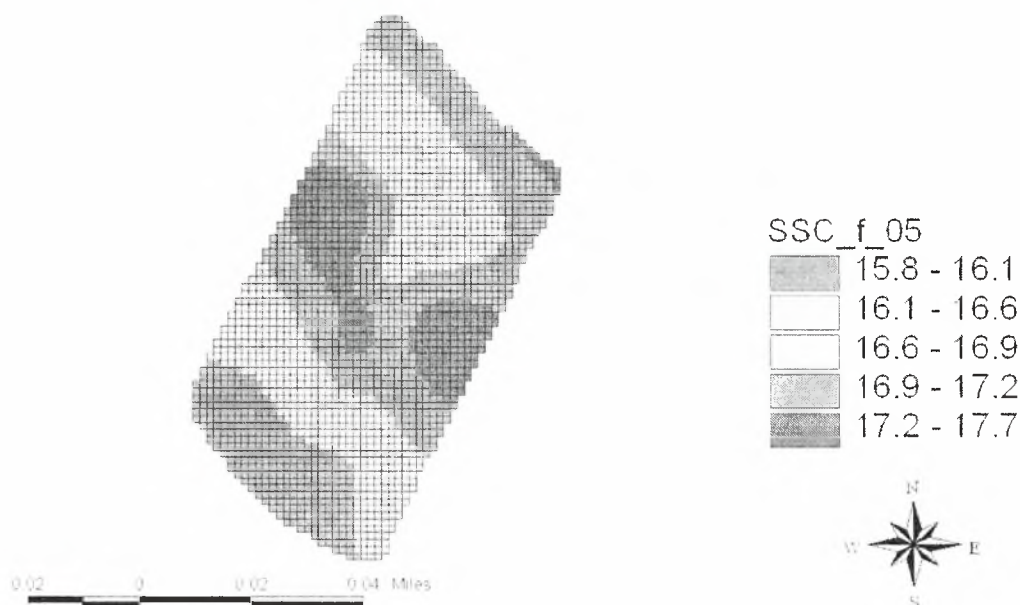
χάρτης 2

Στο χάρτη 3 παρουσιάζεται το βάρος ανά καρπό (g/fruit). Φυσικά είναι αυξημένο σε σχέση με το 2004. Στην ανατολική πλευρά παρουσιάζονται οι μέγιστες τιμές ενώ στο νοτιοδυτικό τμήμα καταγράφονται οι μικρότερες τιμές στο βάρος ανά καρπό.



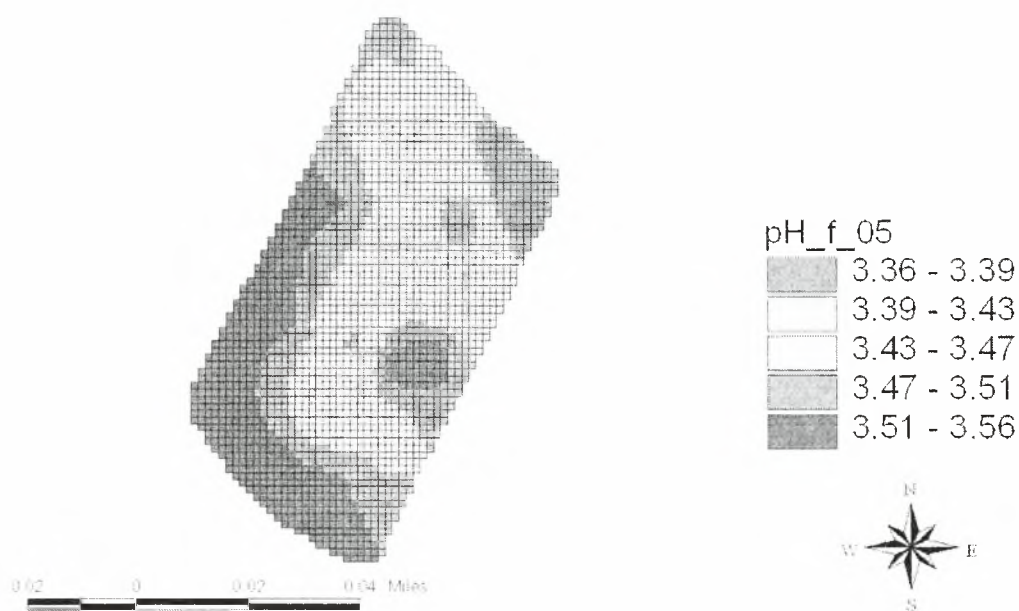
χάρτης 3

Στο χάρτη 4 παρουσιάζονται τα διαλυτά στερεά (ssc) των καρπών. Οι τιμές τους είναι άριστες ασχέτως αν παρατηρείται μείωση στο νότιο τμήμα του αγρού. Ακόμα καταγράφεται και μια ζώνη με μικρές τιμές στο βόρειο τμήμα.



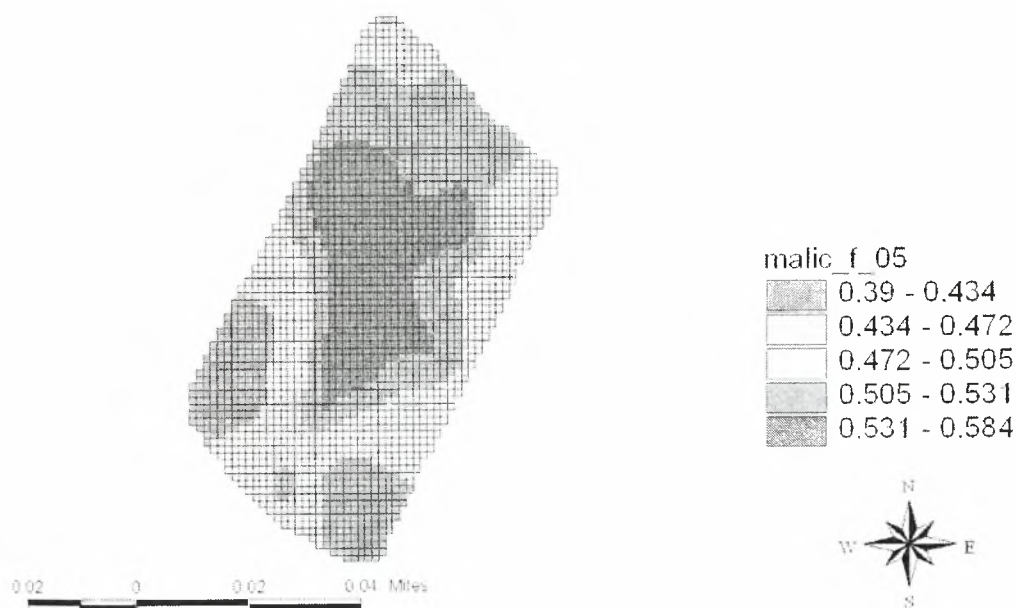
χάρτης 4

Στο χάρτη 5 παρουσιάζεται το pH του χυμού των καρπών. Στο νότιο και δυτικό τμήμα του αγρού καταγράφονται οι μέγιστες τιμές ενώ σε ένα τομέα στο βόρειο τμήμα βρίσκονται οι μικρότερες τιμές.



χάρτης 5

Στο χάρτη 6 παρουσιάζεται το μηλικό οξύ (malic) του χυμού. Οι μικρότερες τιμές καταγράφονται στο νότιο τμήμα του αγρού ενώ στον υπόλοιπο αγρό παρατηρείται μια ομοιομορφία στις τιμές.



χάρτης 6

3. Εδαφολογικές αναλύσεις

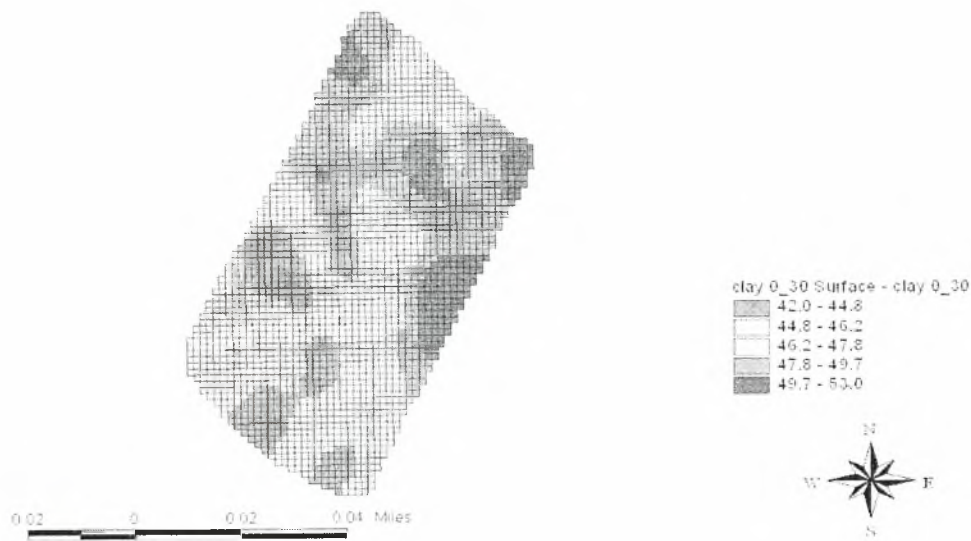
Μηχανική σύσταση εδάφους

Η μηχανική σύσταση του εδάφους εξαρτάται από την ανόργανη σύσταση του, σε σχέση με τις ποσότητες άμμου, ιλύος και αργίλου που περιέχει. Τροποποιείται από την παρουσία λίθων και χαλικιών, από υψηλές ποσότητες μάργας και ασβεστόλιθου και από υψηλές ποσότητες οργανικής ουσίας. Η μηχανική σύσταση του εδάφους ασκεί σημαντική επίδραση σε πολλές από τις ιδιότητες του εδάφους όπως στράγγιση, σταθερότητα τη δομής, στο μέγεθος και αριθμό πόρων για αέρα και υγρασία και στην ευκολία κίνησης του νερού και των ριζών μέσω του εδάφους. Γενικά, η μηχανική σύσταση επηρεάζει περισσότερο από κάθε άλλο φυσικό χαρακτηριστικό την παραγωγικότητα, τη χρήση και τη διαχείριση του εδάφους και ασκεί μεγάλη επίδραση στις φυσικές και χημικές ιδιότητες του εδάφους.

Η μηχανική σύσταση του εδάφους προσδιορίζεται με βάση τις σχετικές ποσότητες άμμου, ιλύος και αργίλου που περιέχει το έδαφος και η εκτίμηση της μπορεί να γίνει στον αγρό με την τεχνική της αφής. Η τεχνική αυτή είναι ποιοτική και βασίζεται στην αφή δείγματος εδάφους που μπορεί να είναι αμμώδες στην αφή (άμμος), αλευρώδες στην αφή (ιλύς) ή κολλώδες στην αφή (άργιλος), όταν αυτό μαλάσσεται ή τρίβεται μεταξύ των δακτύλων, ελαφρώς υγρό.

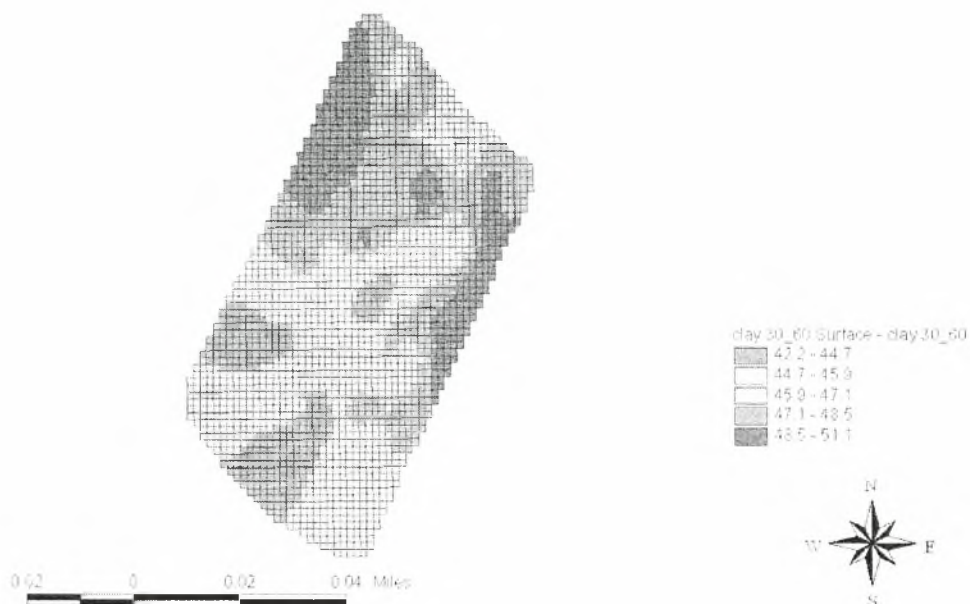
Παρακάτω (χάρτης 1&6) παρουσιάζονται οι εδαφολογικές αναλύσεις του από μελέτη ως προς την μηχανική σύσταση στα δυο βάθη 0-30 cm και 0-60 cm.

0-30 cm άργιλος (clay)



χάρτης 1

30-60 cm άργιλος (clay)



χάρτης 2

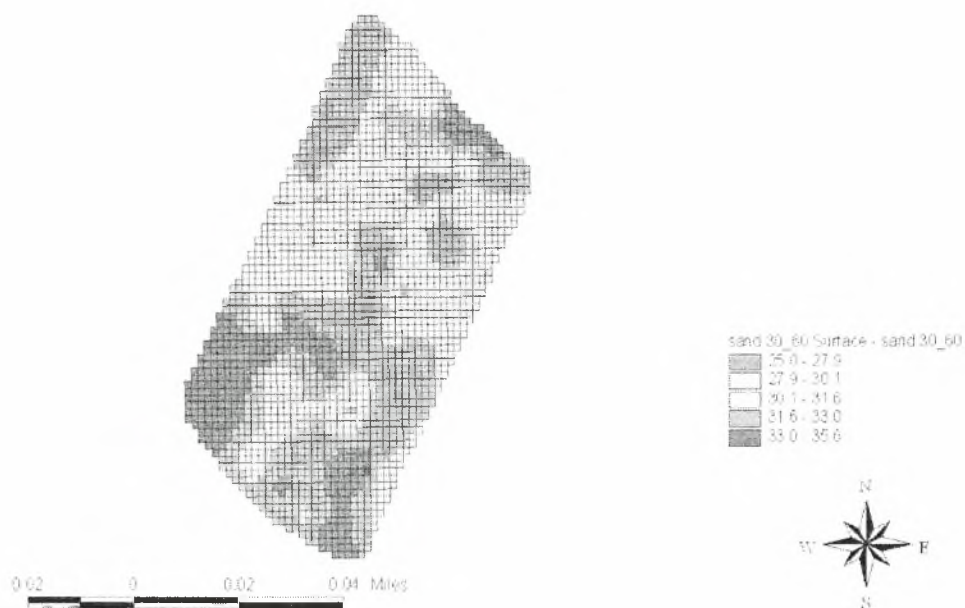
Όπως φαίνεται στους παραπάνω χάρτες (χάρτης 1&2) στο βόρειο τμήμα του αγρού το ποσοστό αργίλου είναι μεγαλύτερο απ' ότι στο νότιο. Αυτό ισχύει και στα δυο βάθη με μια μικρή διαφοροποίηση στο κεντρικό τμήμα του αγρού.

0-30 cm άμμου (sand)



χάρτης 3

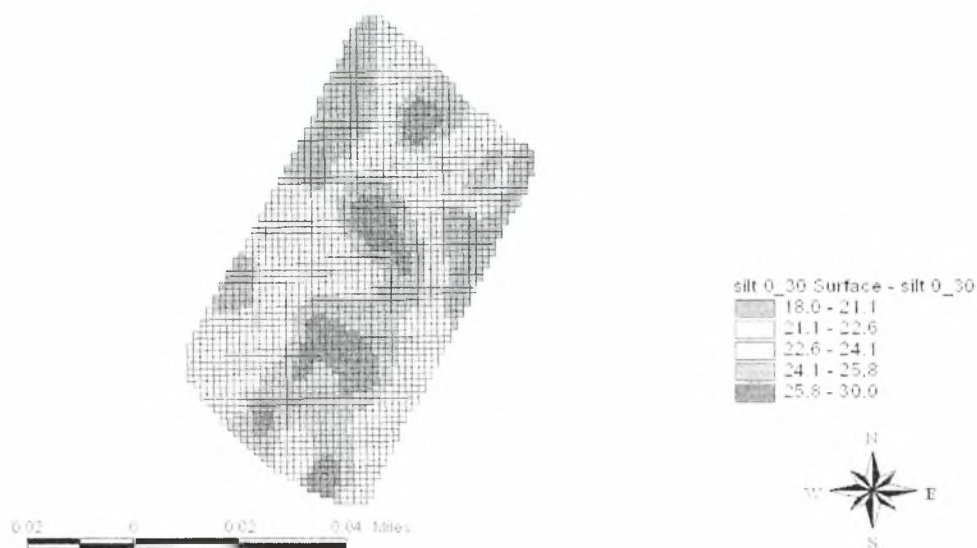
30-60 cm άμμιου (sand)



χάρτης 4

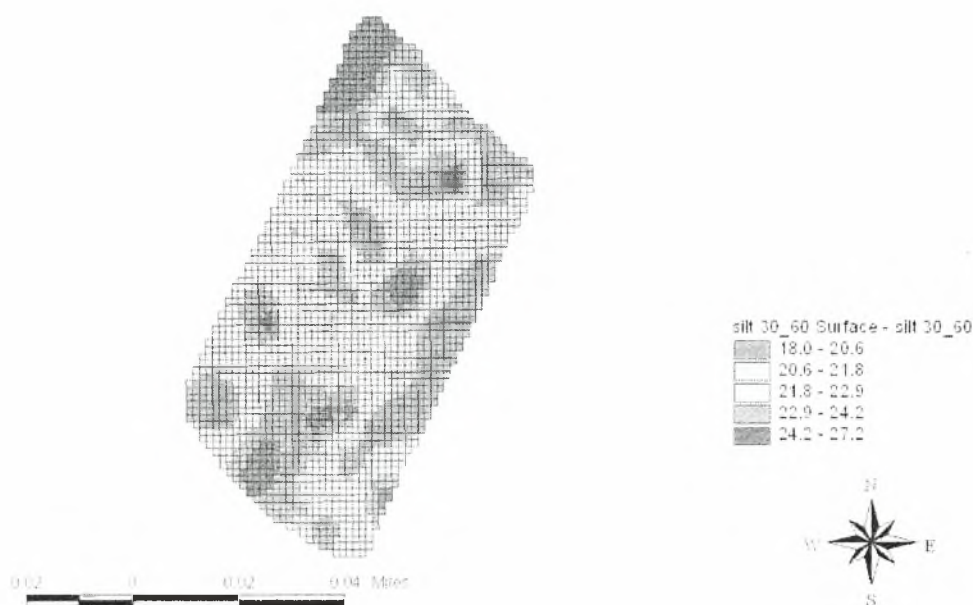
Στους δυο παραπάνω χάρτες (χάρτης 3&4) παρουσιάζεται το ποσοστό άμμου στον αγρό το οποίο γενικά στο νότιο τμήμα είναι μεγαλύτερο. Στο βάθος 0-30 cm η ανατολική πλευρά έχει το μικρότερο ποσοστό και συγκεκριμένα προς το βόριο τμήμα. Στο βάθος 30-60 cm μόνο σε ένα μικρό τμήμα στο βορειοδυτικό τμήμα παρατηρείται μικρό ποσοστό άμμου.

0-30 cm ιλύς (silt)



χάρτης 5

30-60 cm ιλύς (silt)



χάρτης 6

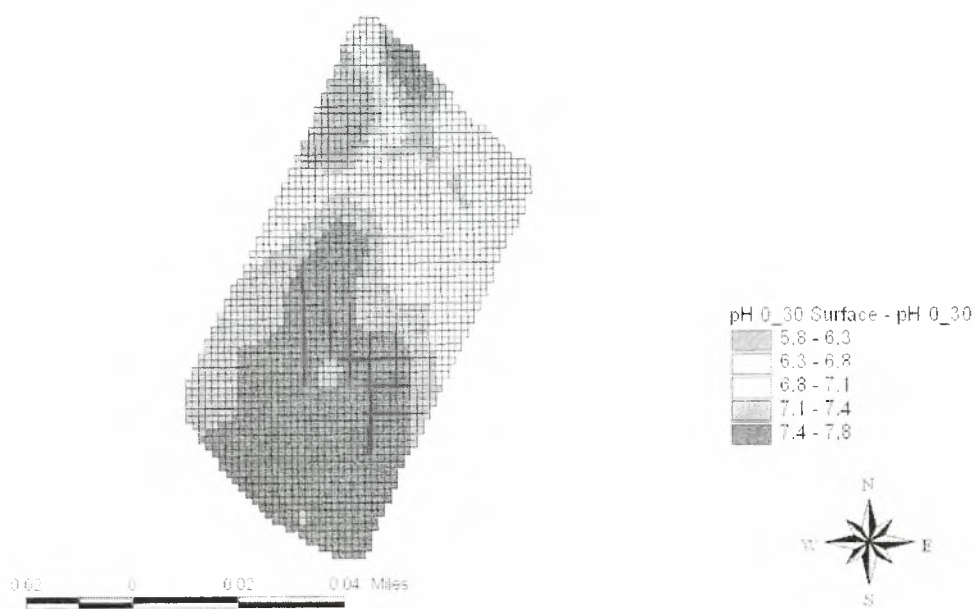
Γενικά η ιλύς βρίσκεται σε χαμηλό ποσοστό. Στους παραπάνω χάρτες (χάρτης 5&6) παρουσιάζονται τα ποσοστά της ιλύος με σχετικά μεγάλη ανομοιομορφία. Στο βάθος 30-60 cm το ποσοστό ιλύος μειώνεται. Στο επιφανειακό στρώμα η υψηλότερη συγκέντρωση ιλύος βρέθηκε στο μέσον του χωραφιού κατά μήκος και παρόμοια (αλλά σε μικρότερο βαθμό) βρέθηκε και στο κατώτερο στρώμα εδάφους με μια έξαρση εδώ στο βορειοδυτικό τμήμα του αγρού.

Το pH και το επίπεδο ασβεστίου του εδάφους

Το pH του εδάφους αποτελεί ένα μέτρο της οξύτητας ή αλκαλικότητάς του. Ένα pH 7.0 είναι ουδέτερο, εδάφη με τιμές pH πάνω από αυτό είναι αλκαλικά και κάτω από αυτό είναι όξινα. Η διαθεσιμότητα των περισσότερων θρεπτικών στοιχείων επηρεάζεται από το pH του εδάφους. Άριστη τιμή pH για καλή διαθεσιμότητα των περισσότερων θρεπτικών κυμαίνεται μεταξύ 6.0 και 7.0. Η κύρια επίδραση του pH του εδάφους είναι η σημαντική μείωση στη διαθεσιμότητα ορισμένων μικροθρεπτικών (Fe, Mn, Zn και Cu) σε τιμές pH >7.0. Αντίθετα, η διαθεσιμότητα του Mo και P είναι χαμηλότερη σε τιμές pH <6.0. Τα οπωροφόρα δένδρα μπορούν να αναπτυχθούν καλά, όταν το pH κυμαίνεται μεταξύ των τιμών 6,0 – 7,5, ανάλογα με το υποκείμενο και τις άλλες συνθήκες του εδάφους.

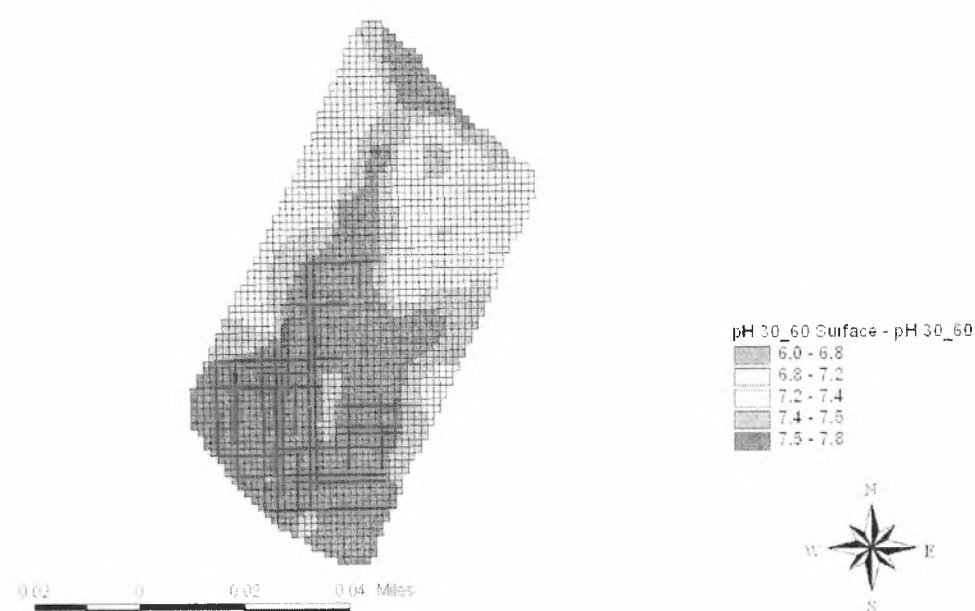
Ο ρόλος του ασβεστίου είναι πολύ σημαντικός για την αποφυγή ανεπιθύμητων επιπτώσεων. Μερικοί ρόλοι του είναι οι εξής: ενεργοποιεί τις φωσφατάσες, ρυθμίζει το pH του εδάφους και του φυτικού κυττάρου, σταθεροποιεί το κυτταρικό τοίχωμα, μειώνει την αναπνοή, επιμηκώνει τη ζωή των καρπών στα ψυγεία, διαδραματίζει σημαντικό ρόλο στη γονιμοποίηση.

0-30 cm pH



χάρτης 7

30-60 cm pH



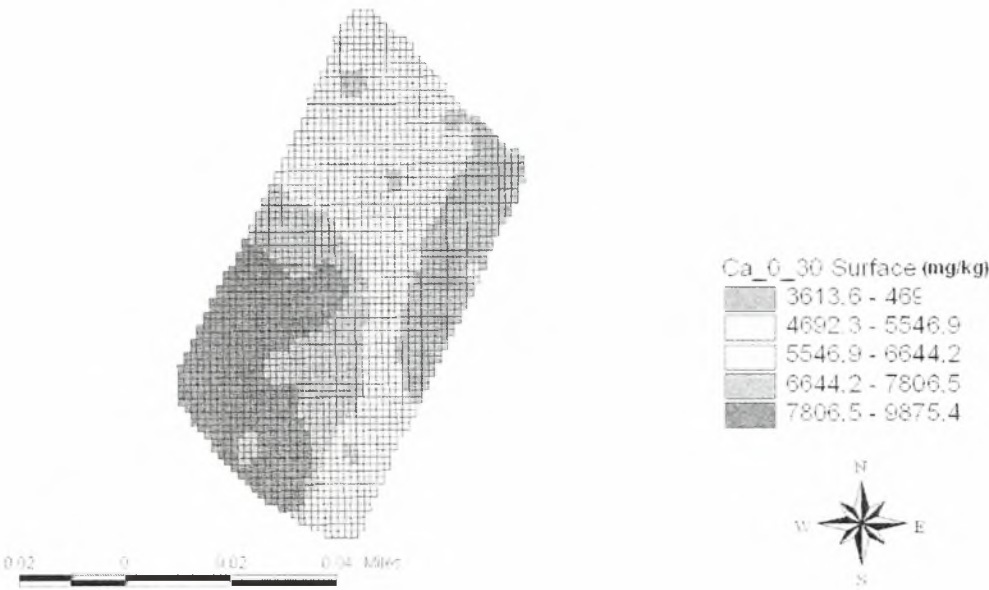
χάρτης 8



Σύμφωνα με τους δυο παραπάνω χάρτες (χάρτης 7&8) το pH του υπό μελέτη μηλεώνα κυμαίνεται στο άριστο και λίγο πιο πάνω από αυτό. Στο βαθύτερο στρώμα εδάφους παρατηρείται αύξηση του pH. Γενικά και στα δυο βάθη το νότιο τμήμα έχει υψηλότερο pH με αποτέλεσμα τη μείωση της διαθεσιμότητας ορισμένων μικροθρεπτικών (Fe, Mn, Zn και Cu).

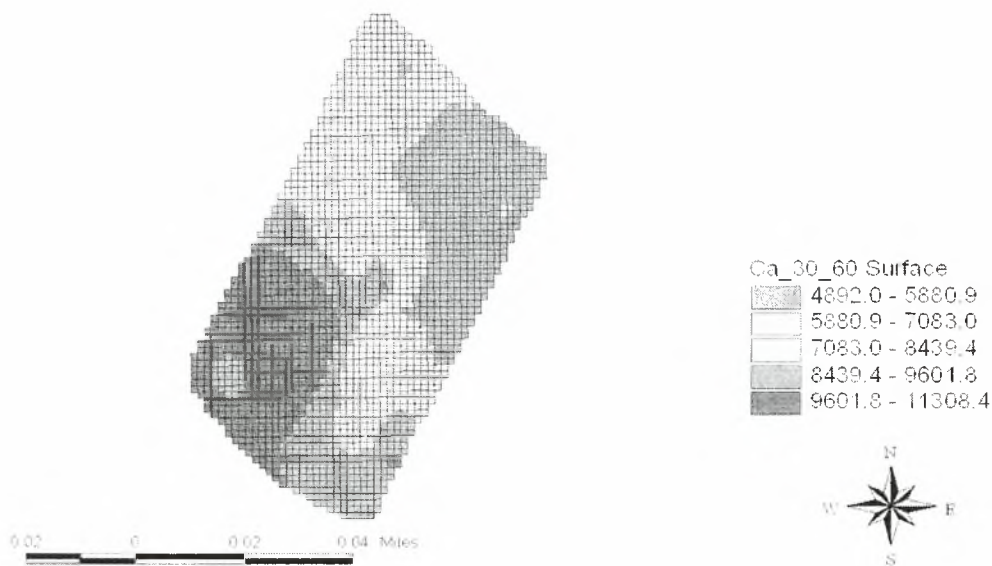
Το ασβέστιο αναλύθηκε στις δυο παρακάτω μορφές: άσβεστος και δισθενές κατιόν ασβεστίου.

0-30 cm Ca⁺²



χάρτης 9

30-60 cm Ca⁺²



χάρτης 10

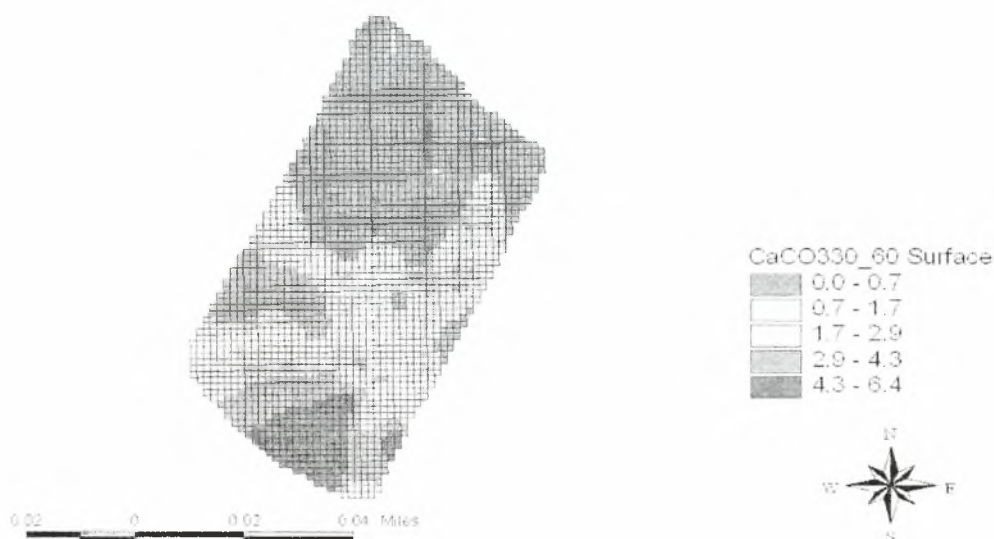
Στους δυο παραπάνω χάρτες (χάρτης 9&10) παρουσιάζονται οι ποσότητες του Ca^{+2} στο έδαφος. Στο βόρειο τμήμα παρατηρείται μείωση του Ca^{+2} σε σχέση με το νότιο. Στο πρώτο βάθος 0-30 cm παρατηρείται μικρότερη συγκέντρωση λόγω πιθανόν της απορρόφησης από τις ρίζες και της αυξημένης ουσίας.

0-30 cm CaCO_3



χάρτης 11

30-60 cm CaCO_3



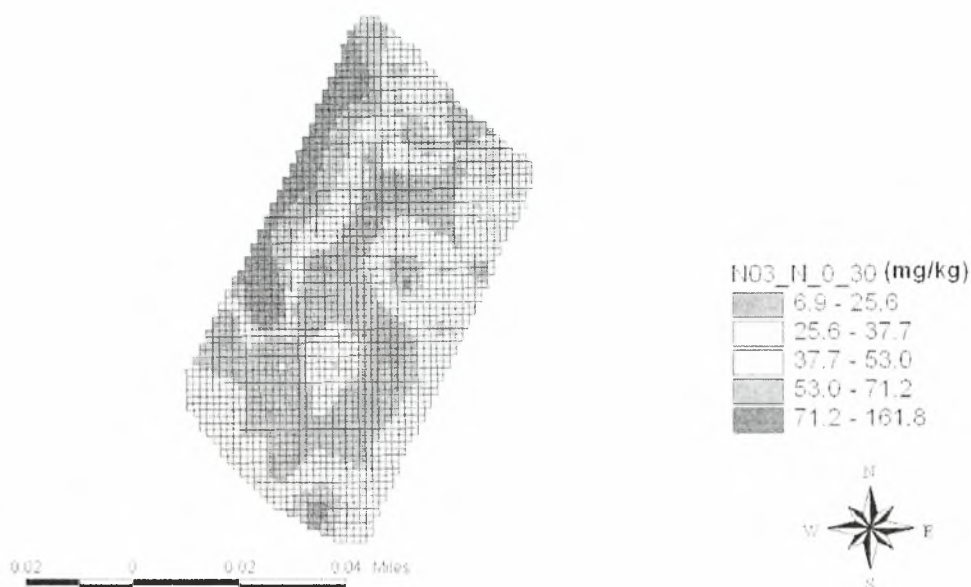
χάρτης 12

Το CaCO_3 βρίσκεται σε χαμηλά αλλά ικανοποιητικά επίπεδα για τη μηλιά στο βόρειο τμήμα του αγρού το CaCO_3 μειώνεται και στο βάθος 30-60 cm (χάρτης 12) το ποσοστό μειώνεται σε σχέση με το πρώτο βάθος. Έτσι παρατηρούμε ότι στο νότιο τμήμα το pH είναι υψηλότερο καθώς το ασβέστιο είναι υψηλότερο σε σχέση με το βόρειο μέρος.

Άζωτο (N)

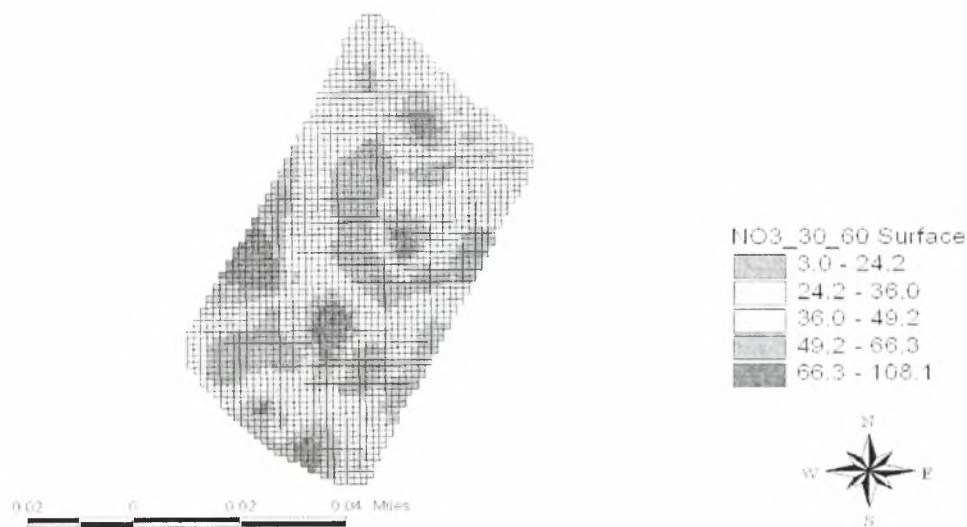
Στις αναλύσεις εδάφους υπάρχουν δυο μορφές αζώτου νιτρικό (NO_3^-) και αμμωνιακό (NH_4^+). Το άζωτο προσλαμβάνεται από τα δένδρα υπό μορφή κυρίως αμμωνιακή και λιγότερο ως νιτρικό. Τα ιόντα αμμωνίου μετά την είσοδο τους στο δένδρο, υφίστανται γρήγορες μεταβολές, γιατί ακόμη και μικρές συγκεντρώσεις αυτών δρουν τοξικά. Αντίθετα, τα νιτρικά ιόντα, ενώ μπορούν να συγκεντρώνονται μέσα στο φυτό χωρίς να προκαλούν βλάβες σ' αυτό, ωστόσο, πριν ενσωματωθούν στις διάφορες οργανικές ενώσεις, πρέπει να αναχθούν σε αμμωνιακή μορφή για να ενσωματωθούν κατ' αρχήν σε αμινοξέα.

0-30 cm νιτρικό (NO_3^-)



χάρτης 13

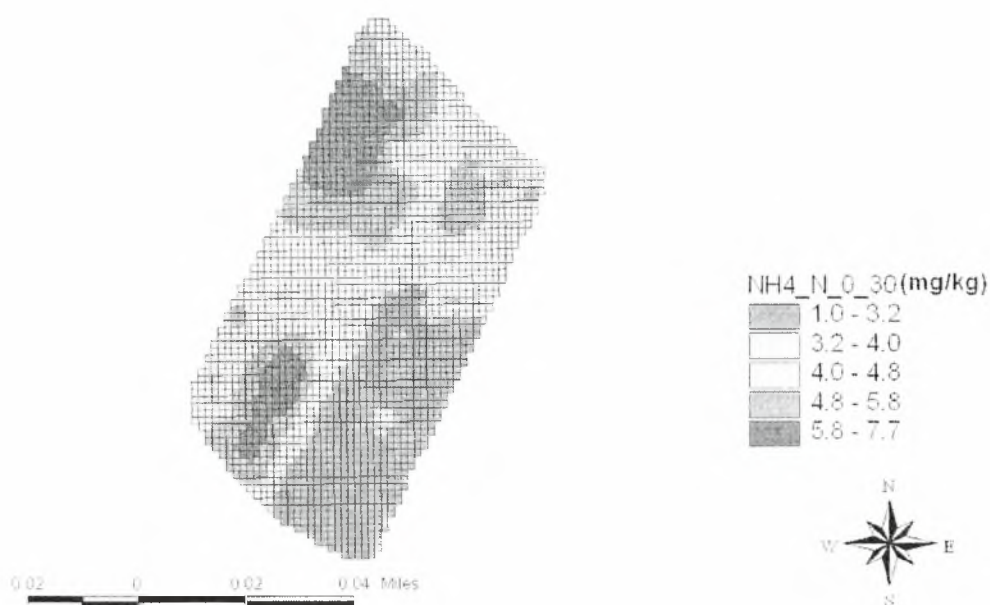
30-60 cm νιτρικό (NO_3^-)



χάρτης 14

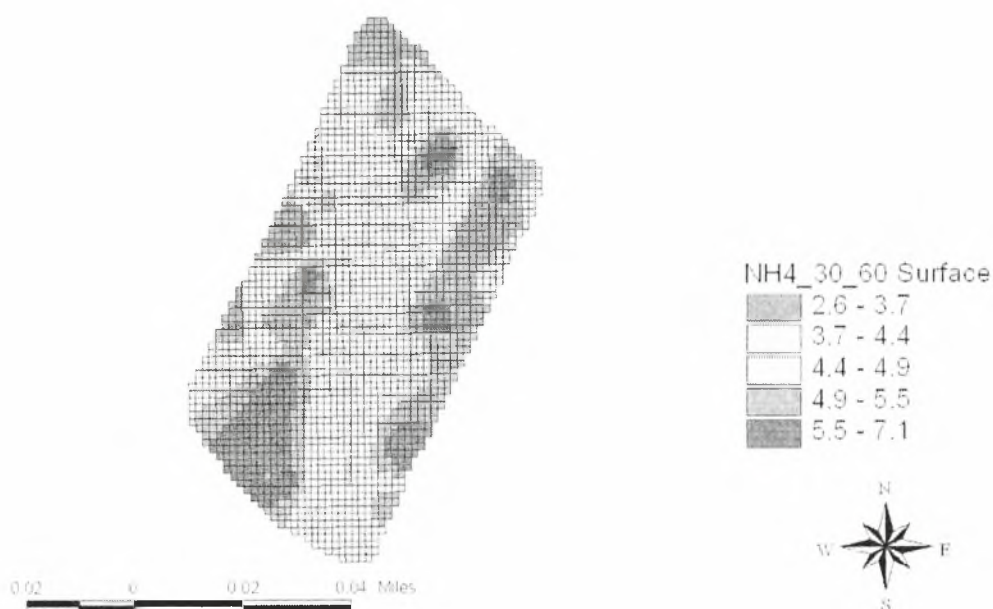
Στους δυο παραπάνω χάρτες (χάρτης 13&14) απεικονίζεται η ποσότητα νιτρικών ιόντων (NO_3^-) και φαίνεται ότι υπάρχει μια πλήρης εικόνα ανομοιομορφίας. Στο βάθος 0-30 cm παρατηρούνται μεγαλύτερες τιμές σε σχέση με τα βαθύτερα στρώματα.

0-30 cm αμμωνιακό (NH_4^+)



χάρτης 15

30-60 cm αμμωνιακό (NH_4)⁺



χάρτης 16

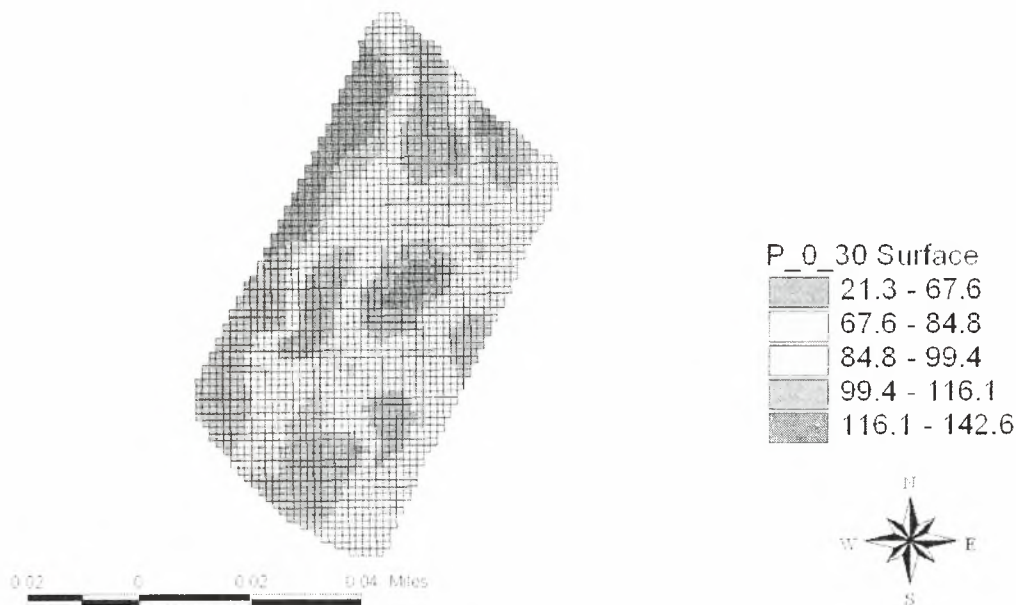
Στους παραπάνω χάρτες (χάρτης 15&16) παρουσιάζεται η συγκέντρωση του αμμωνιακού ιόντος (NH_4^{+}). Στο βάθος 0-30 cm, βρέθηκαν χαμηλές τιμές στην

ανατολική πλευρά και γενικότερα υπάρχουν μικρότερες τιμές σε σύγκριση με τα βαθύτερα στρώματα.

Φώσφορος (P)

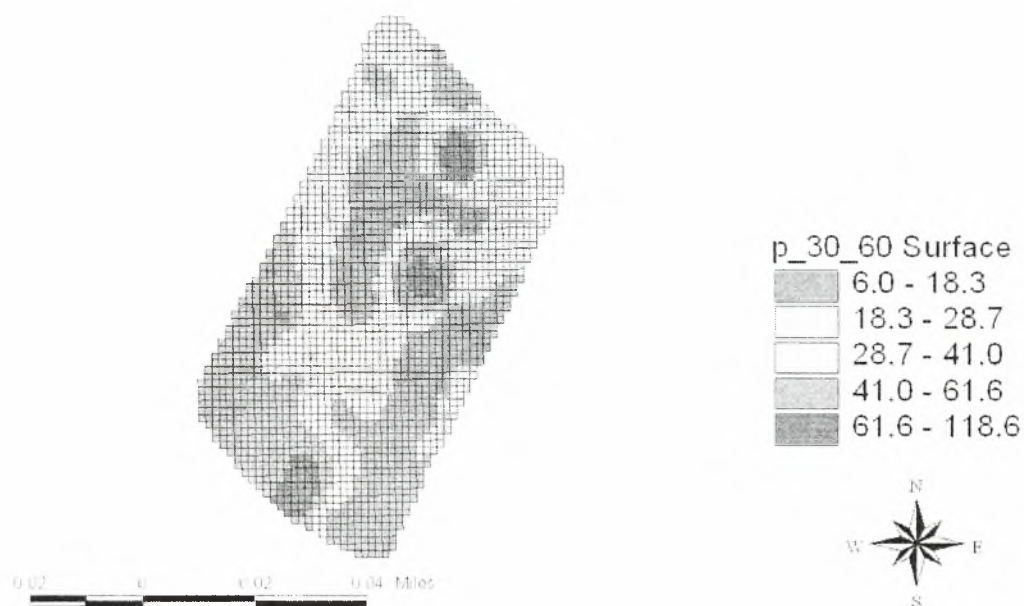
Ο φώσφορος αποτελεί ζωτικό στοιχείο όλων των ζωντανών κυττάρων. Παίρνει μέρος σε αρκετές βασικές λειτουργίες- κλειδιά των φυτών: μεταφορά ενέργειας, φωτοσύνθεση, αποικοδόμηση σακχάρων και αμύλου, μεταφορά θρεπτικών εντός του φυτού και μεταφορά των γενετικών χαρακτηριστικών από τη μια γενεά στην άλλη. Βοηθάει στη ρύθμιση της διαίρεσης του κυττάρου, προωθεί την ανάπτυξη του ριζικού συστήματος και επιταχύνει την ωρίμανση των φυτών. Είναι στοιχείο κλειδί στο μεταβολισμό. Ακόμα ο φώσφορος υποστηρίζει το μηχανισμό με τον οποίο επιτυγχάνεται η αποικοδόμηση των σακχάρων κατά την αναπνοή και η σύνθεση των υδατανθράκων που ακολουθεί τη φωτοσύνθεση. Ο ρόλος του φωσφόρου είναι πολύ σημαντικός και στην αύξηση των ριζών.

0-30 cm φώσφορος (P)



χάρτης 17

30-60 cm φώσφορος (P)



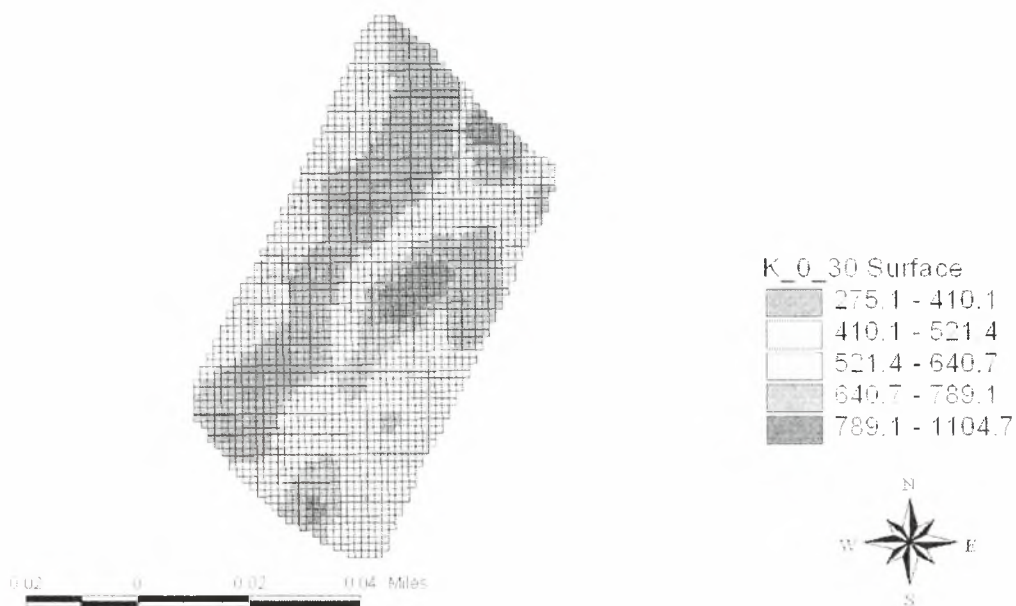
χάρτης 18

Στους δυο παραπάνω χάρτες (χάρτης 17&18) καταγράφεται το ποσοστό του φωσφόρου στον αγρό. Παρατηρείται ότι στα βαθύτερα στρώματα ο φώσφορος μειώνεται, καθώς είναι γνωστό ότι ο P των λιπασμάτων δεσμεύεται στα επιφανειακά εδαφικά στρώματα.

Κάλιο (K)

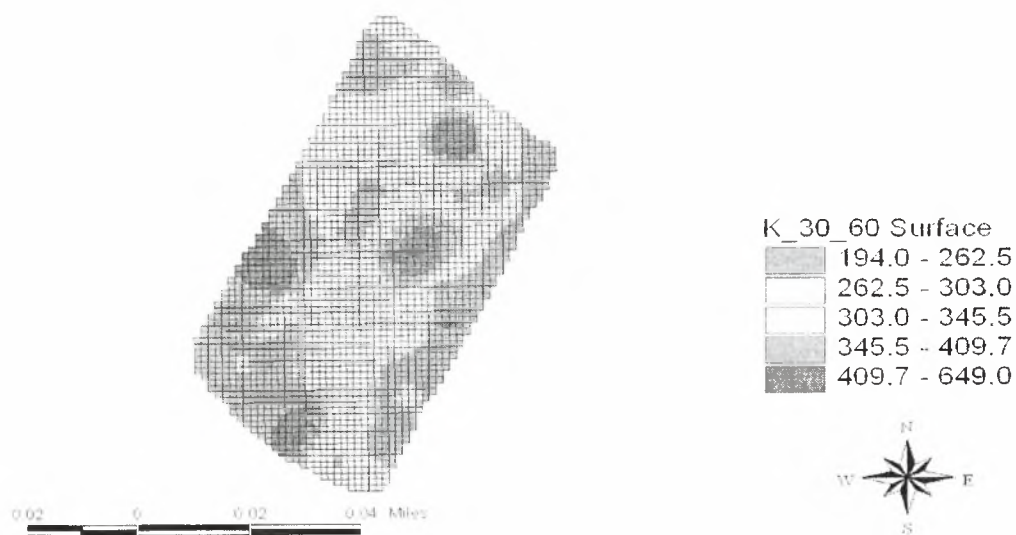
Το κάλιο βρίσκεται σε σχετικά μεγάλες συγκεντρώσεις σ' όλα τα ζωντανά φυτικά κύτταρα. Σε αντίθεση με τα άλλα μακροστοιχεία, δεν είναι δομικό στοιχείο του κυττάρου, αλλά υπάρχει κυρίως υπό ιοντική μορφή στο διάλυμα ή στις κολλοειδείς επιφάνειες. Το κάλιο εμφανίζεται επίσης ως συνδεδεμένο στενά με την παραγωγή των υδατανθράκων και το σχηματισμό πρωτεϊνών και αμινοξέων. Επίσης είναι απαραίτητο στην φωτοσύνθεση και στην αναπνοή.

0-30 cm κάλιο (K)



χάρτης 19

30-60 cm κάλιο (K)



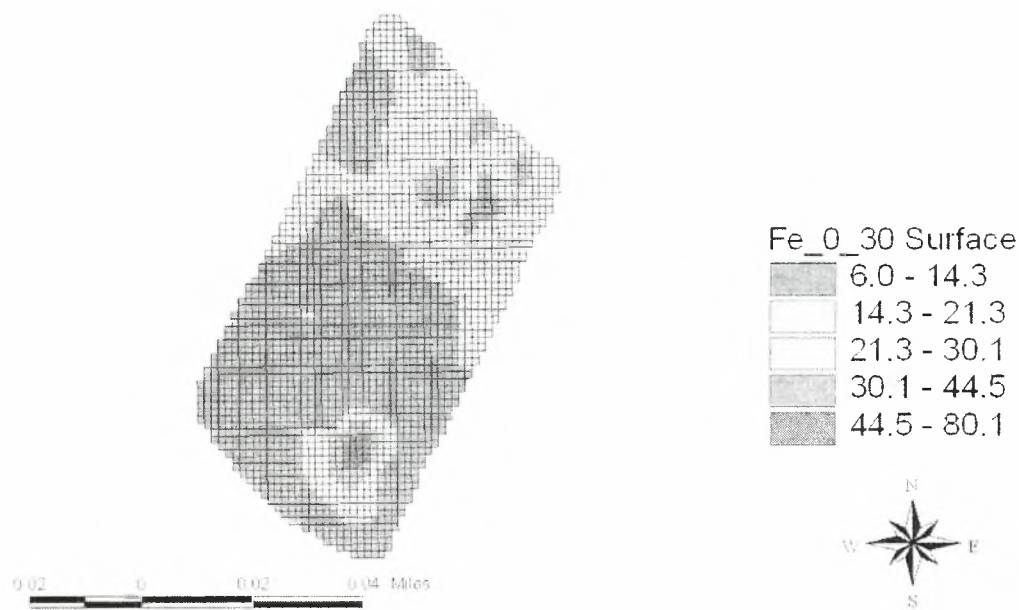
χάρτης 20

Στους παραπάνω χάρτες (χάρτης 19&20) απεικονίζεται η ποσότητα του καλίου στο έδαφος. Στο βάθος 0-30 cm παρατηρείται μια ζώνη στα δυτικά που έχει τη μικρότερη ποσότητα καλίου, ενώ το ίδιο δεν συμβαίνει και στα βαθύτερα στρώματα στα οποία παρατηρείται στα ανατολικά η μικρότερη τιμή καλίου.

Σίδηρος (Fe)

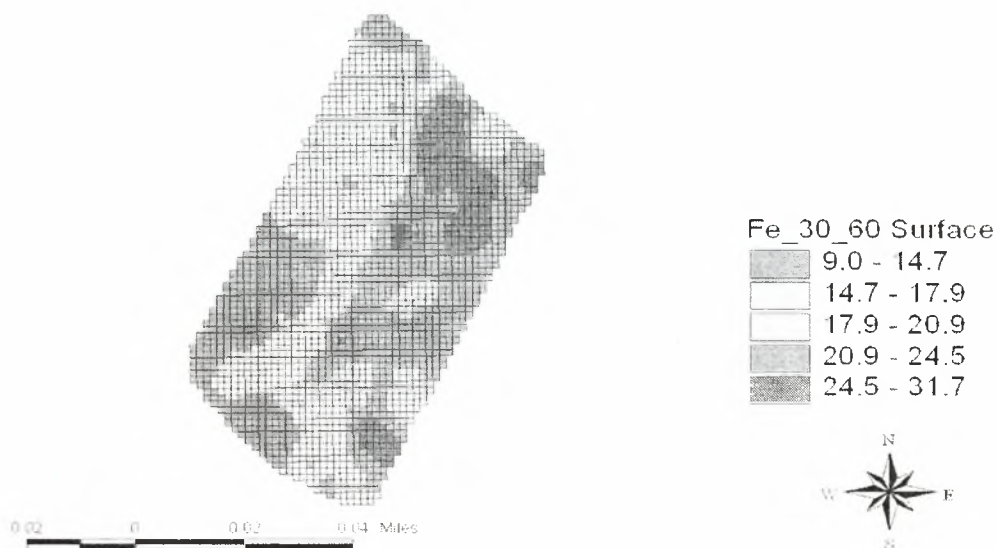
Ο σίδηρος αποτελεί ουσιώδες συστατικό πολλών ενζύμων. Οι κύριες λειτουργίες του σιδήρου αφορούν τη σύνθεση της χλωροφύλλης, τη φωτοσύνθεση καθώς και το μεταβολισμό των πρωτεϊνών.

0-30 cm σίδηρος (Fe)



χάρτης 21

30-60 cm σίδηρος (Fe)



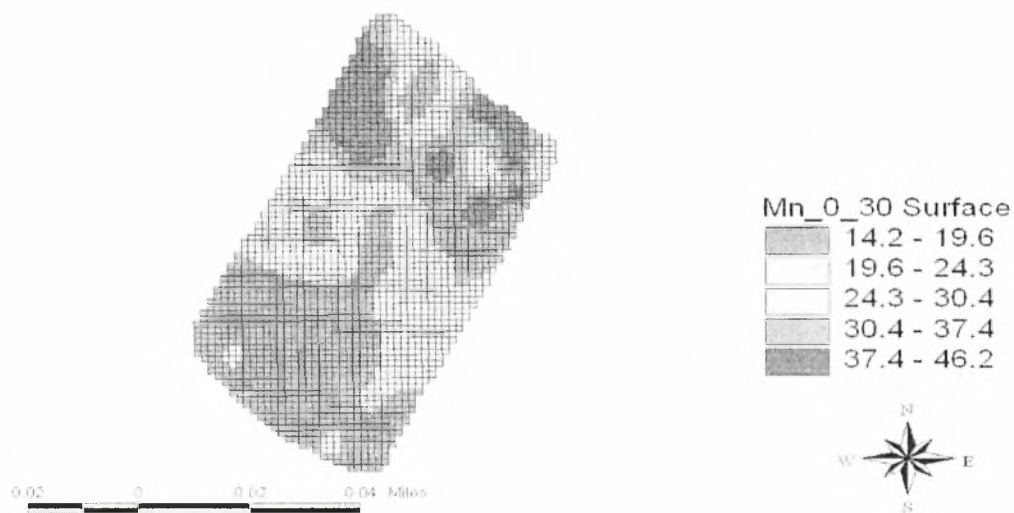
χάρτης 22

Στα επιφανειακά στρώματα (χάρτης 21) η έλλειψη σιδήρου είναι έντονη ειδικότερα στο νότιο τμήμα του αγρού και αυτό οφείλεται στην πρόσληψη από τα φυτά. Στα βαθύτερα στρώματα (χάρτης 22) μεγάλη έλλειψη παρατηρείται στο δυτικό τμήμα του αγρού.

Μαγγάνιο (Mn)

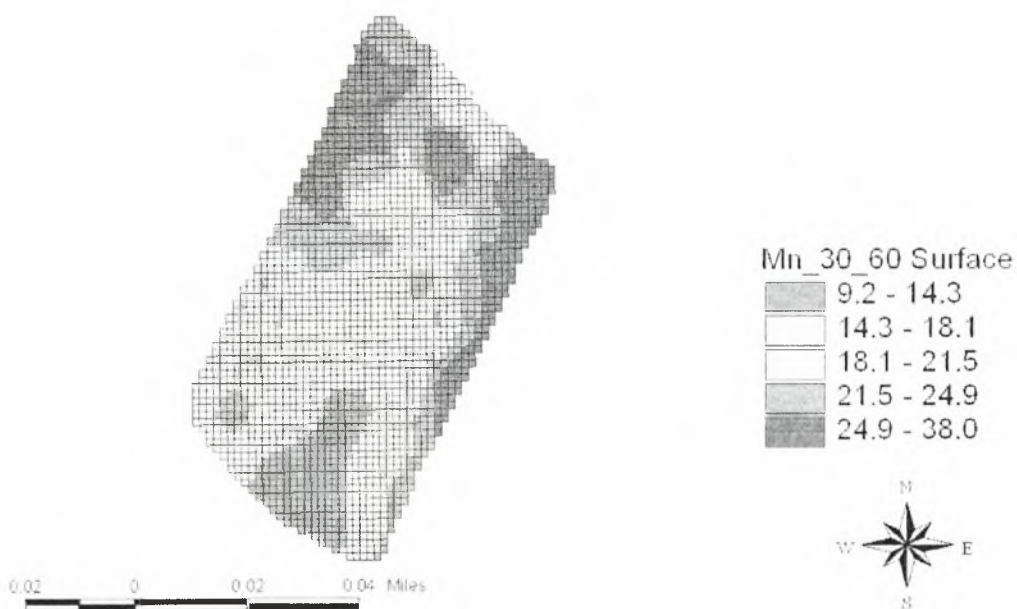
Το μαγγάνιο είναι υπεύθυνο για την ενεργοποίηση ενός αριθμού ενζύμων-κλειδιών. Στη φωτοχημική οξείδωση του νερού, βοηθά στη διατήρηση των χλωροπλαστών σε λειτουργική κατάσταση.

0-30 cm μαγγάνιο (Mn)



χάρτης 23

30-60 cm μαγγάνιο (Mn)



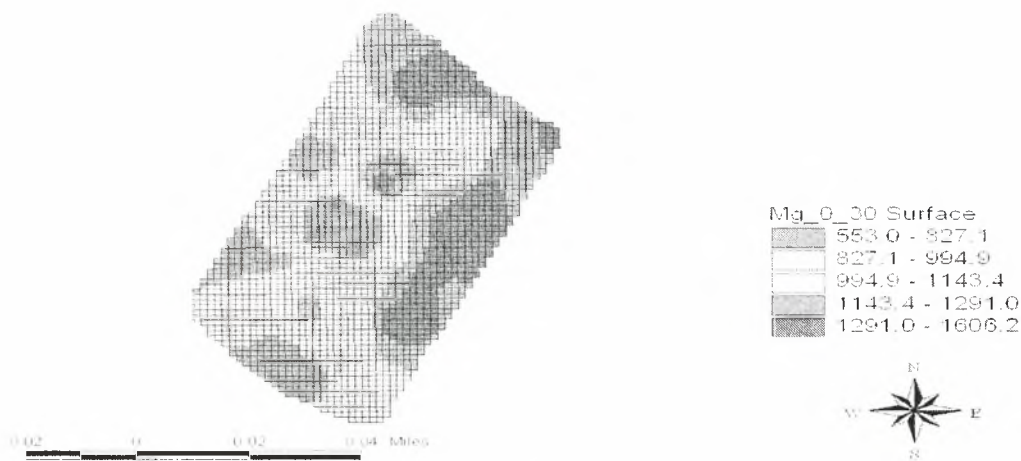
χάρτης 24

Όπως φαίνεται στους παραπάνω χάρτες (χάρτης 23&24) στα επιφανειακά στρώματα υπάρχει μικρό ποσοστό στο νότιο τμήμα του αγρού ενώ στο βαθύτερα στρώματα υπάρχει μεγαλύτερο ποσοστό μαγγανίου.

Μαγνήσιο (Mg)

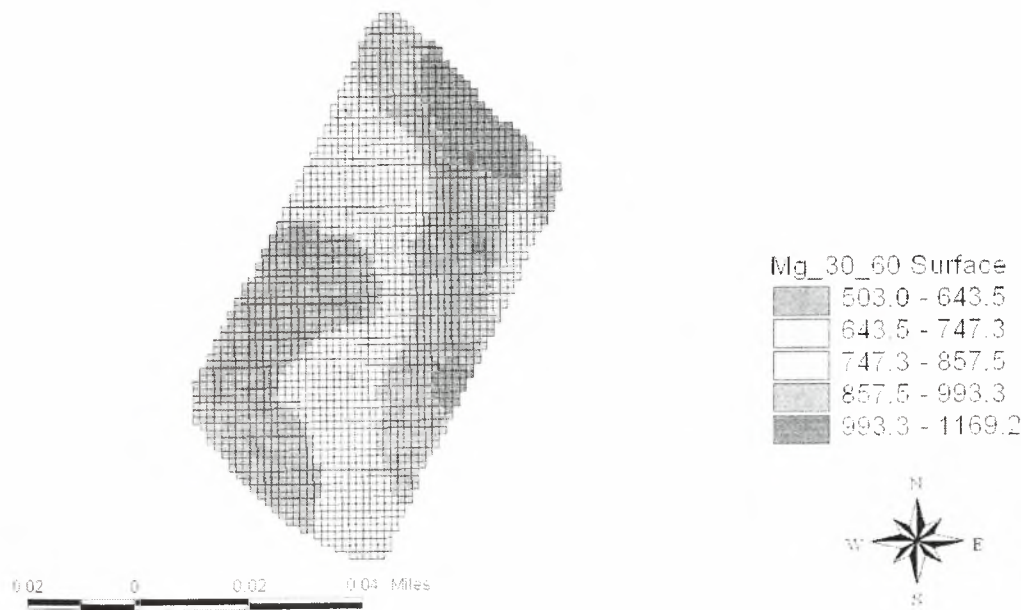
Η λειτουργία του μαγνησίου στα δένδρα είναι στη σύνθεση χλωροφύλλης, στη φωτοσύνθεση, στο μεταβολισμό του φωσφόρου, ενεργοποίηση ενζύμων, συμμετοχή στο μεταβολισμό των υδατανθράκων και των λιπιδίων, ενώ συσχετίζεται με τη σύνθεση ελαίου στα φυτά και βοηθάει στην ανταλλαγή ιόντων στο κύτταρο.

0-30 cm μαγνήσιο (Mg)



χάρτης 25

30-60 cm μαγνήσιο (Mg)



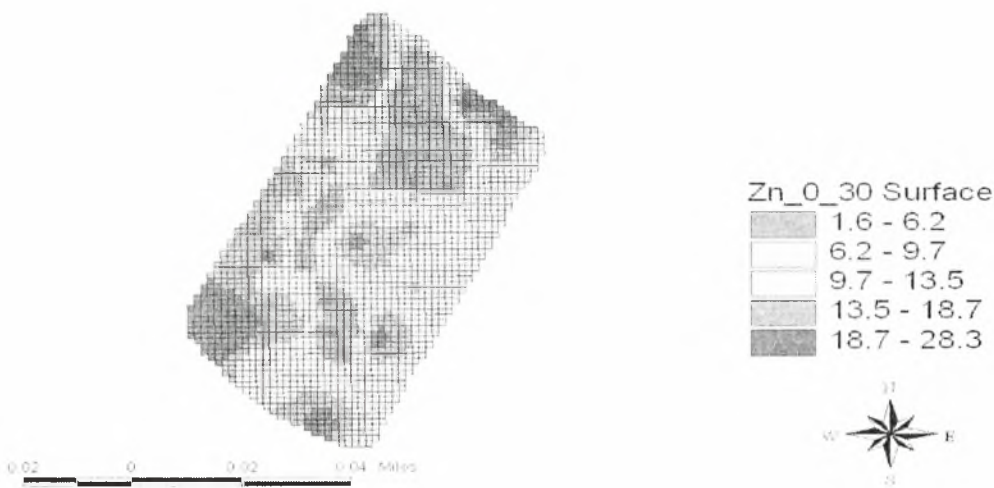
χάρτης 26

Σύμφωνα με τους χάρτες (χάρτης 25&26) το μικρότερο ποσοστό μαγνησίου παρατηρείται στο νοτιοδυτικό τμήμα του αγρού και ειδικότερα στα πιο βαθιά στρώματα η μείωση γίνεται πιο αισθητή.

Ψευδάργυρος (Zn)

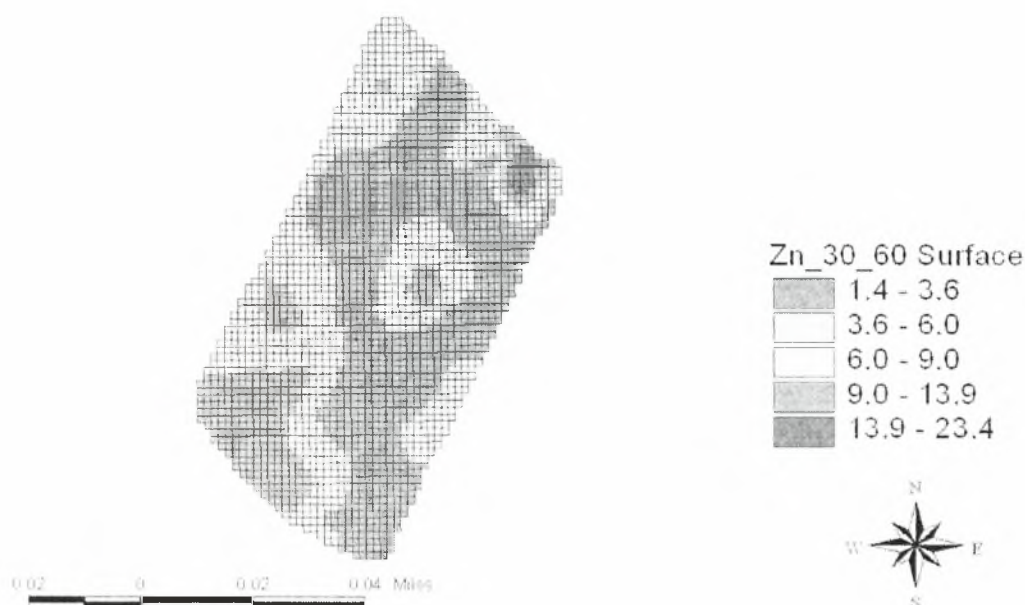
Ο ψευδάργυρος παίζει πολλούς μεταβολικούς ρόλους στο φυτό, από τους οποίους ο πιο σημαντικός είναι η ενεργότητα του ως ένα συστατικό πολλών ενζύμων. Ο ψευδάργυρος έχει δομικό ρόλο και καταλυτική δράση και συχνά παρουσιάζονται ελλείψεις του στη μηλιά.

0-30 cm Ψευδάργυρος (Zn)



χάρτης 27

30-60 cm Ψευδάργυρος (Zn)



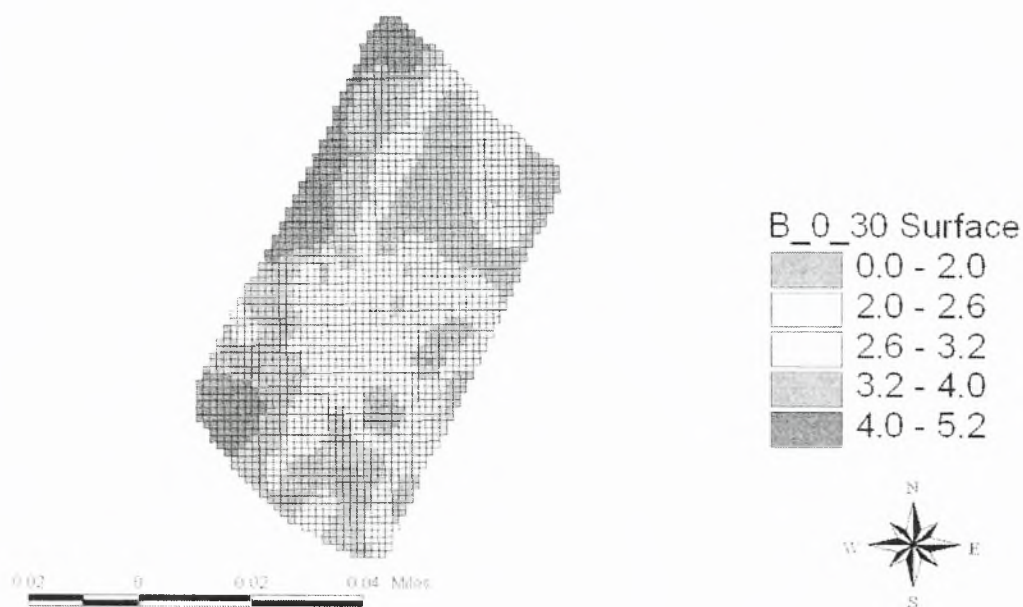
χάρτης 28

Στους παραπάνω χάρτες (χάρτης 27&28) καταγράφεται το ποσοστό του ψευδαργύρου. στα επιφανειακά στρώματα παρατηρούνται ελάχιστες τιμές στο νότιο τμήμα του αγρού ενώ στα βαθύτερα στρώματα η κατάσταση αυτή επεκτείνεται σε όλη την έκταση το αγρού.

Βόριο (B)

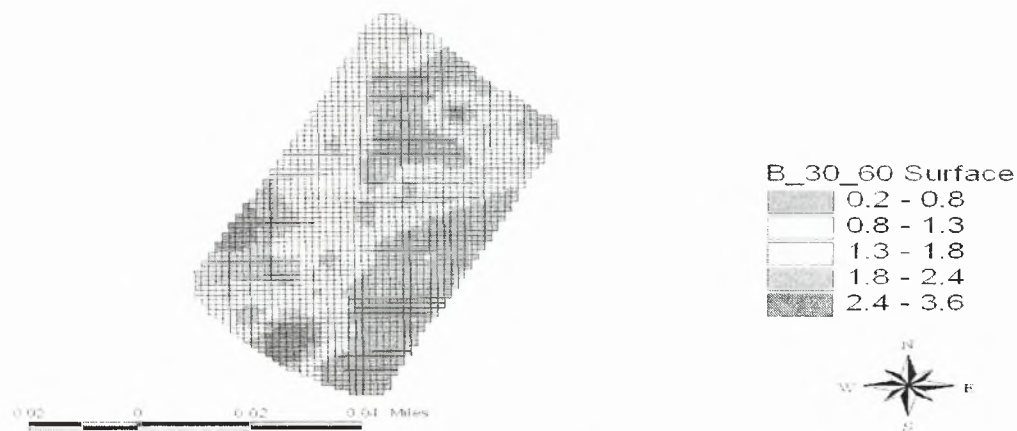
Ο βασικός ρόλος του βορίου σχετίζεται πολύ στενά με τη δράση των μεριστωματικών ιστών, όπως είναι οι άκρες των ριζών, τα ανώτερα άκρα των φυτών και οι ιστοί του καμβίου, με την ανάπτυξη των κυτταρικών μεμβρανών και την αλληλεπίδραση με την ορμόνη ινδολυλοξικό οξύ.

0-30 cm βόριο (B)



χάρτης 29

30-60 cm βόριο (B)



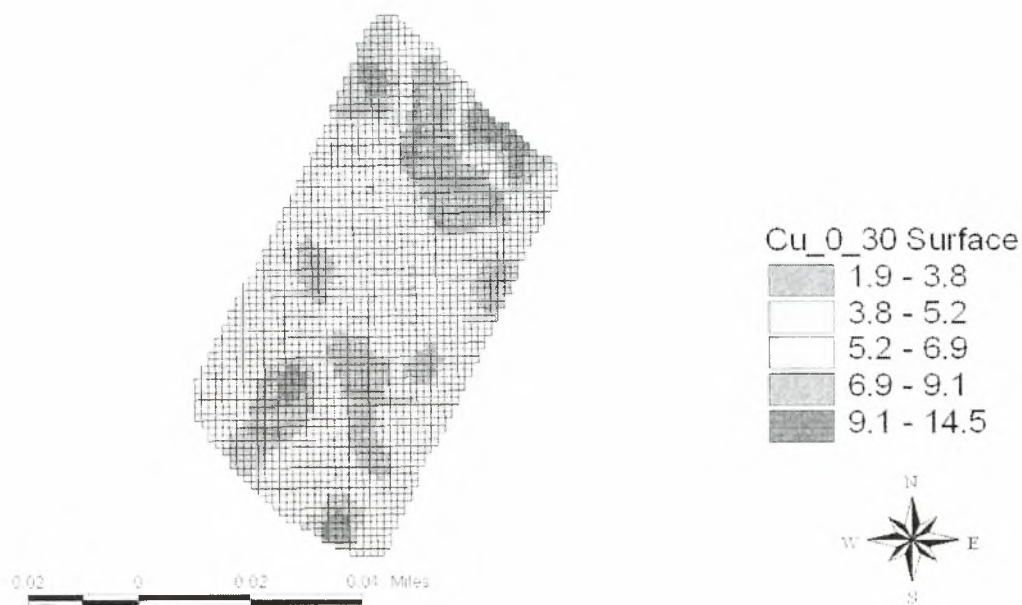
χάρτης 30

Το βόριο στα επιφανειακά στρώματα (χάρτης 29) βρίσκεται σε μεγάλο ποσοστό στη δυτική πλευρά του αγρού. Στα βαθύτερα στρώματα (χάρτης 30) το ποσοστό του βορίου μειώνεται αισθητά σε όλη την έκταση του αγρού.

Χαλκός (Cu)

Ο χαλκός στα δένδρα παίζει σημαντικό ρόλο σε μερικές διεργασίες του μεταβολισμού. Βοηθάει την αναπνοή των κυττάρων στις ρίζες και στους βλαστούς. Ειδικά ένζυμα περιέχουν χαλκό σε διάφορα οργανίδια μέσα στα κύτταρα. Επίσης βοηθάει στο σχηματισμό χλωροφύλλης στα φύλλα.

0-30 cm χαλκός (Cu)



χάρτης 31

30-60 cm χαλκός (Cu)



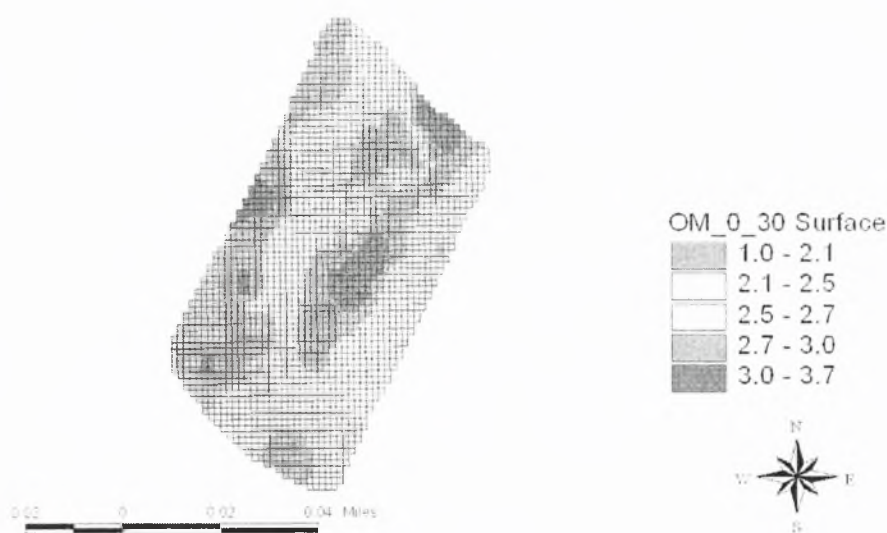
χάρτης 32

Το ποσοστό χαλκού στο επιφανειακό στρώμα (χάρτης 31) του αγρού είναι μεγαλύτερο, λόγω των χημικών επεμβάσεων, σε σχέση με τα βαθύτερα στρώματα του εδάφους.

Οργανική ουσία

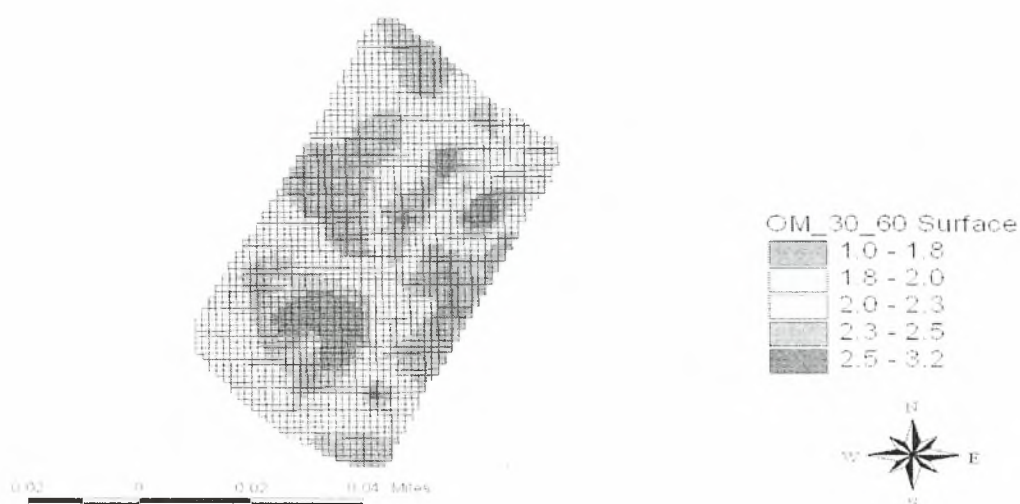
Η οργανική ουσία είναι κύριος παράγοντας της δομής του εδάφους προσδίδοντας σταθερότητα στα εδαφικά συσσωματώματα, αποτελεί φορέα μεγάλου ποσοστού της ικανότητας ανταλλαγής κατιόντων, βελτιώνει την υδατοϊκανότητα του εδάφους, αποτελεί πηγή αζώτου, φωσφόρου και θείου. Όταν υπάρχει 0-1 % θεωρείται χαμηλό ποσοστό, μέτριο από 1-2 % και υψηλό από 2 % και άνω.

0-30 cm Οργανική ουσία



χάρτης 33

30-60 cm Οργανική ουσία

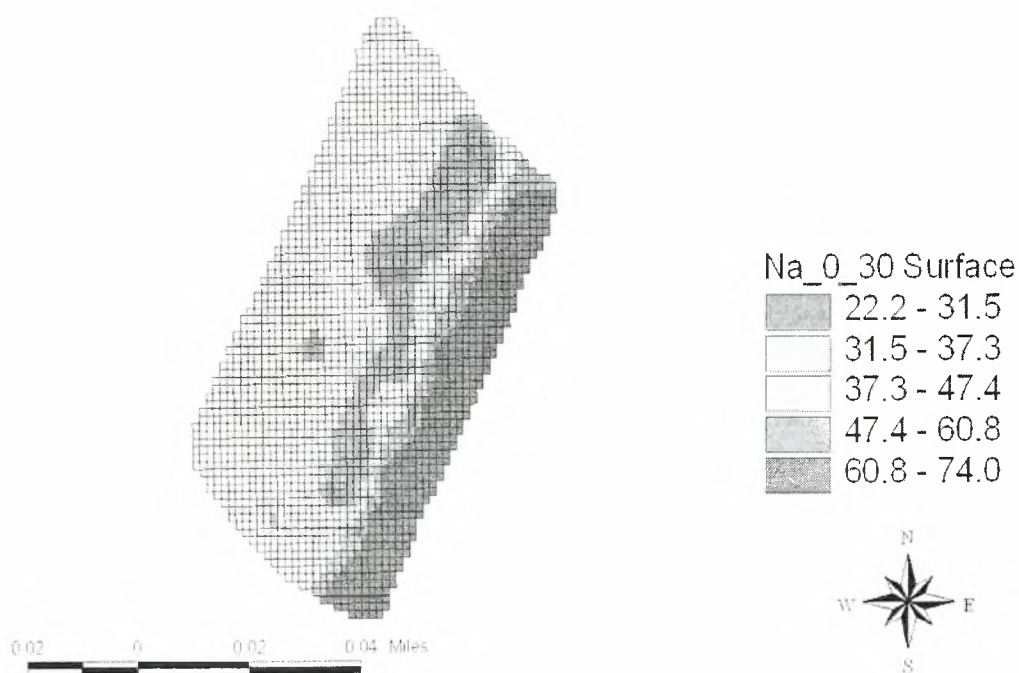


χάρτης 34

Στο βάθος 30-60 cm (χάρτης 34) παρατηρείται μειωμένο ποσοστό οργανικής ουσίας ενώ στο επιφανειακό στρώμα (χάρτης 33) η οργανικής ουσίας είναι μέση και υψηλού επιπέδου και αυτό οφείλεται στο ότι τα υπολείμματα παραμένουν στον αγρό.

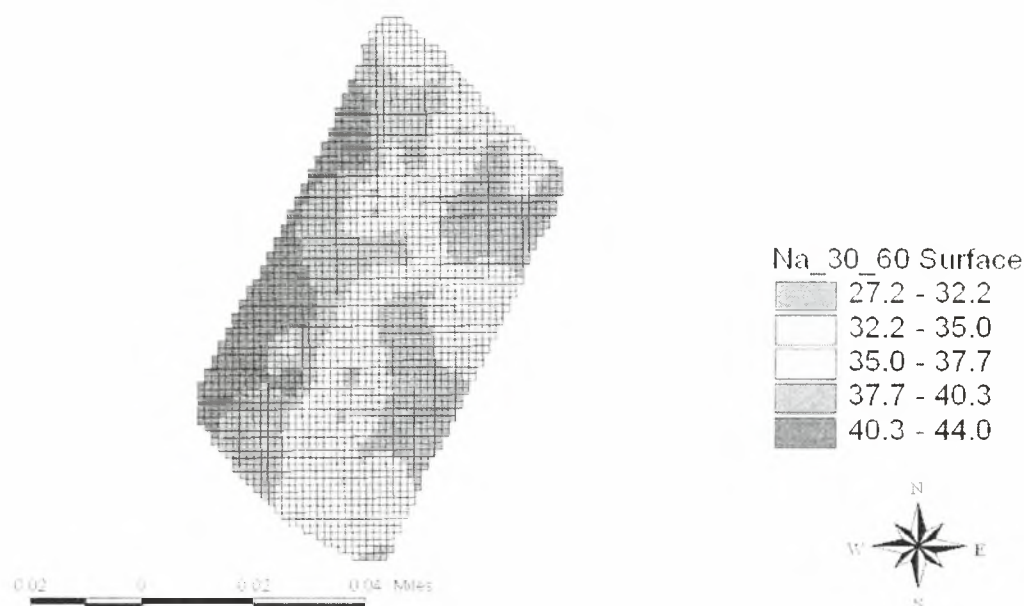
Νάτριο (Na)

0-30 cm νάτριο (Na)



χάρτης 35

30-60 cm νάτριο (Na)



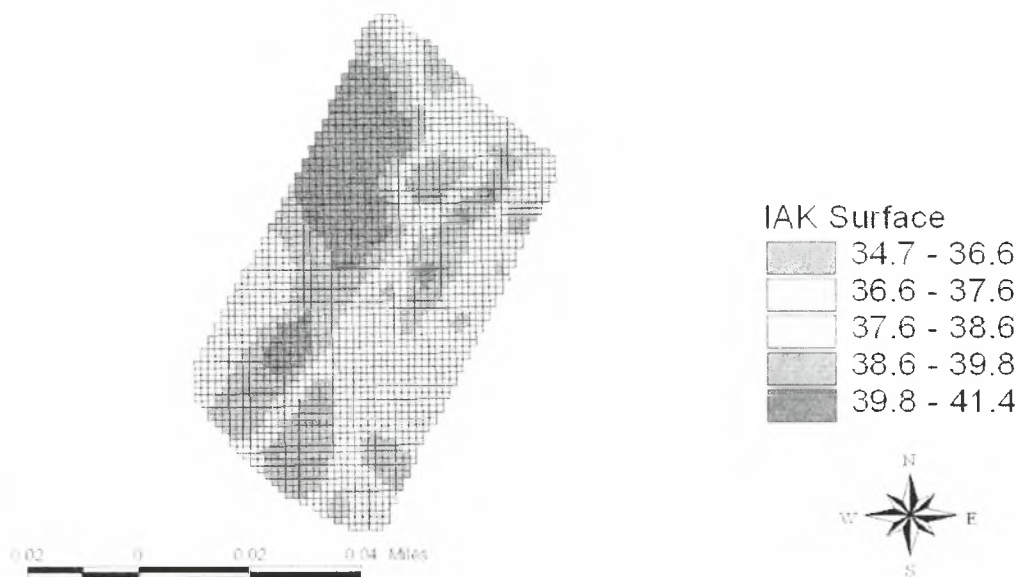
χάρτης 36

Στην επιφάνεια του αγρού (χάρτης 35) υψηλό ποσοστό παρατηρείται στο ανατολικό τμήμα του αγρού, ενώ στα βαθύτερα στρώματα (χάρτης 36) στο δυτικό τμήμα του αγρού.

Ικανότητα ανταλλαγής κατιόντων

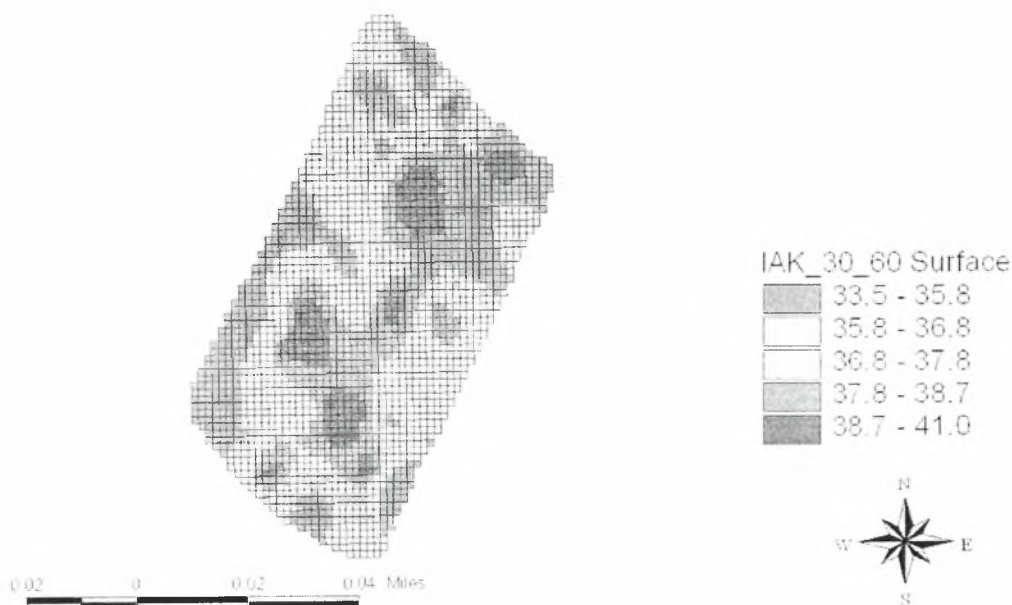
Η ικανότητα αυτή του εδάφους να συγκρατεί στις επιφάνειες της στερεής φάσης κατιόντα με σκοπό την εξουδετέρωση των αρνητικών τους φορτίων ονομάζεται ικανότητα ανταλλαγής κατιόντων του εδάφους. Τα κατιόντα που συνήθως συγκρατούνται με τον τρόπο αυτό είναι το ασβέστιο, μαγνήσιο, κάλιο, αμμώνιο.

0-30 cm ικανότητα ανταλλαγής κατιόντων (CEC)



χάρτης 37

30-60 cm ικανότητα ανταλλαγής κατιόντων (CEC)



χάρτης 38

Εδώ παρατηρείται στο επιφανειακό στρώμα (χάρτης 37) υψηλή CEC στο βορειοδυτικό τμήμα του χωραφιού ενώ στο κατώτερο στρώμα εδάφους βρέθηκε πολύ υψηλή παραλλακτικότητα χωρίς όμως σημαντικές αποκλίσεις λόγω της υψηλής συγκέντρωσης αργίλου στο έδαφος του μηλεώνα.

Συζήτηση

Η παραγωγικότητα (kg καρπού/ δέντρο) εξαρτάται από το μέγεθος του δέντρου, από την πυκνότητα της ανθοφορίας και την καρποφορία. Στο νότιο τμήμα του αγρού παρατηρούνται μικρότερα δέντρα με αποτέλεσμα η παραγωγικότητα να είναι μεγαλύτερη. Αυτό παρατηρείται και στην Red Chief και στην Fuji άρα μπορεί να γίνει η εικασία ότι στο νότιο τμήμα υπάρχει διαφορετική εδαφική επίδραση.

Τα ασβεστούχα εδάφη παίζουν σημαντικό ρόλο στη σκληρότητα των καρπών. Το δέντρο πέρα από το εδαφικό ασβέστιο μπορεί να το προσλάβει και από διαφυλλικές εφαρμογές που γίνονται κατά τη διάρκεια της καλλιεργητικής περιόδου, από μικρό καρπίδιο μέχρι πριν τη συγκομιδή. Επίσης υπάρχει άμεση συσχέτιση σκληρότητας σάρκας με το βάρος του καρπού. Αυτό παρατηρείται και στις δύο ποικιλίες αλλά πιο εμφανής γίνεται στα Red Chief στο βόρειο τμήμα του αγρού στο οποίο υπάρχουν τα μικρότερα και σκληρότερα μήλα.

Τα διαλυτά στερεά συστατικά βρίσκονταν σε άριστες τιμές. Αυτό δείχνει σωστή θρεπτική ισορροπία και σωστή περίοδο συγκομιδής αλλά και αποτελεσματική λειτουργία του δέντρου. Στα Fuji καταγράφονται μεγαλύτερες τιμές λόγω ποικιλίας.

Το 2005 η παραγωγικότητα μειώθηκε αισθητά και στις δυο ποικιλίες αλλά στα τμήματα που παρατηρούνταν υψηλές τιμές το 2004 παρατηρούνταν και το 2005. Στα τμήματα με μειωμένη παραγωγικότητα και στις δυο καλλιεργητικές περιόδους πρέπει να μελετηθεί η εφαρμογή διαφορετικής λίπανσης και διαφοροποίησης στις καλλιεργητικές φροντίδες (κλάδεμα, αραιώμα, κ.α.). Το 2005 λόγω μειωμένης παραγωγικότητας το βάρος ανά καρπό αυξήθηκε με αποτέλεσμα να παρουσιαστεί ποιοτική υποβάθμιση όσον αφορά τη σκληρότητα της σάρκας. Αυτά φυσικά μείωσαν την ποιότητα μετά τη συντήρηση των καρπών στον ψυκτικό θάλαμο. Τα διαλυτά στερεά συστατικά και το 2005 βρίσκονταν σε άριστες τιμές και τα μήλα Fuji υπερείχαν σε σχέση με τα Red Chief.

Σύμφωνα με τις εδαφολογικές αναλύσεις υπάρχει επάρκεια θρεπτικών στοιχείων στο έδαφος. Από τους εδαφολογικούς χάρτες το pH είναι αυξημένο στο νότιο τμήμα του αγρού με αποτέλεσμα να φαίνεται αισθητά η δέσμευση του σιδήρου και του μαγνησίου. Το κάλιο ευθύνεται για το χρώμα στα μήλα, στο δυτικό τμήμα του αγρού το ποσοστό καλίου είναι μικρότερο έτσι και ο δείκτης χρώματος C* έχει μικρότερες τιμές. Ενώ για το ασβέστιο και τη σκληρότητα σάρκας των μήλων υπάρχει αρνητική συσχέτιση, που κανονικά έπρεπε να εμφανίζεται υψηλό ποσοστό ασβεστίου και σκληρότερα μήλα, αλλά αυτό δεν υπάρχει λόγω πιθανόν του ότι εφαρμόζονται πολλές διαφυλλικές επεμβάσεις ασβεστίου.

Πίνακας 1. Συντελεστής συσχέτισης μεταξύ απόδοσης και ποιοτικών χαρακτηριστικών για την ποικιλία Red Chief 2004

	Παραγωγι- κότητα	Βάρος καρπού	Μηλικό οξύ	Σκληρότητα σάρκας	Διαλυτά στερεά	PH χυμού	Διάμετρος κορμού
Παραγωγι- κότητα	1						
Βάρος καρπού	0.13	1					
Μηλικό			1				

οξύ	-0.04	-0.22	1				
Σκληρότητα σάρκας	-0.16	-0.78*	0.29	1			
Διαλυτά στερεά	-0.44*	-0.04	0.08	0.24	1		
PH χυμού	-0.30	0.05	-0.22	0.01	0.26	1	
Διάμετρος κορμού	0.74*	-0.01	0.28	0.18	-0.14	-0.28	1

*στατιστικώς σημαντικές διαφορές για $p=0,05$

Συμφωνά με τον παραπάνω πίνακα, στον οποίο καταγράφονται οι συσχετίσεις απόδοσης και ποιοτικών χαρακτηριστικών για την ποικιλία Red Chief, με την αύξηση της παραγωγικότητας υποβαθμίζεται η ποιότητα ως προς τη σκληρότητα σάρκας, τα διαλυτά στερεά και το pH του χυμού. Επίσης η διάμετρος κορμού σχετίστηκε θετικά με την παραγωγικότητα σε αυτά τα νεαρά δέντρα. Αρνητική συσχέτιση παρατηρείται μεταξύ του βάρους του καρπού με τη σκληρότητα σάρκας και το μηλικό οξύ. Το μηλικό οξύ συσχετίζεται αρνητικά μόνο με το PH του χυμού.

Πίνακας 2. Συντελεστής συσχέτισης μεταξύ απόδοσης και ποιοτικών χαρακτηριστικών για την ποικιλία Fuji 2004

	Παραγωγι- κότητα	Βάρος καρπού	Μηλικό οξύ	Σκληρότητα σάρκας	Διαλυτά στερεά	PH χυμού	Διάμετρος κορμού
Παραγωγι- κότητα	1						
Βάρος καρπού	-0.03	1					
Μηλικό οξύ	-0.26	-0.16	1				
Σκληρότητα σάρκας	-0.25	0.09	0.29	1			
Διαλυτά στερεά	-0.49*	-0.07	0.61*	0.43	1		
PH χυμού	0.13	0.16	-0.32	-0.37	-0.37	1	
Διάμετρος κορμού	0.38	-0.25	0.03	-0.44	-0.19	0.26	1

* στατιστικώς σημαντικές διαφορές για $p=0.05$

Συμφωνά με τον παραπάνω πίνακα, στον οποίο καταγράφονται οι συσχετίσεις απόδοσης και ποιοτικών χαρακτηριστικών για την ποικιλία Fuji, με την αύξηση της παραγωγικότητας υποβαθμίζεται η ποιότητα ως προς τη σκληρότητα σάρκας, τα διαλυτά στερεά και το μηλικό οξύ ενώ θετικά σχετίστηκαν η παραγωγικότητα με τη διάμετρο κορμού. Αρνητική συσχέτιση παρατηρείται μεταξύ του βάρους του καρπού με τη διάμετρο του κορμού. Το μηλικό οξύ συσχετίζεται αρνητικά μόνο με το PH του χυμού και θετικά με τα διαλυτά στερεά συστατικά και τη σκληρότητα (υψηλή γευστική ποιότητα και συγχρόνως τραγανότητα.

Πίνακας 3. Συντελεστής συσχέτισης μεταξύ απόδοσης και ποιοτικών χαρακτηριστικών για την ποικιλία Red Chief 2005

	Βάρος Καρπ.	L	C	Hue	Σκληρ Σάρκ.	ΔΔΣ	PH Χυμ.	Μηλ. οξύ	Παρ
Βάρος καρπού	1								
L	0.32	1							
C	0.38*	0.68*	1						
Hue	0.37*	0.85*	0.78*	1					
Σκληρ. σάρκας	-0.50*	-0.39*	-0.61*	-0.69*	1				
ΔΔΣ	0.12	-0.07	0.02	0.18	-0.28	1			
PH	0.26	0.02	0.01	-0.07	0.11	-0.06	1		
χυμού									
Μηλικ. οξύ	0.34	0.13	0.13	0.09	-0.21	0.17	-0.18	1	
Παραγ ωγ.	-0.01	0.04	-0.02	-0.04	-0.02	-0.34	0.11	-0.02	1

* στατιστικώς σημαντικές διαφορές για p=0.05

Συμφωνά με τον παραπάνω πίνακα, στον οποίο καταγράφονται οι συσχετίσεις απόδοσης και ποιοτικών χαρακτηριστικών για την ποικιλία Red Chief, με την αύξηση της παραγωγικότητας υποβαθμίζεται η ποιότητα ως προς τα διαλυτά στερεά. Ο δείκτης χρώματος L σχετίστηκε θετικά με τους δείκτες C και Hue, δηλαδή με την αύξηση της φωτεινότητας έχουμε και μείωση του χρώματος πηγαίνοντας προς πιο ‘καθαρό’ χρώμα και λιγότερο κόκκινο. Αρνητική συσχέτιση παρατηρείται μεταξύ του βάρους του καρπού και σκληρότητα σάρκας και θετική με το C και Hue δηλαδή το χρώμα του φλοιού έγινε πιο ανοιχτόχρωμο. Τέλος η σκληρότητα σάρκας σχετίστηκε αρνητικά με τους δείκτες χρώματος φλοιού.

Πίνακας 4. Συντελεστής συσχέτισης μεταξύ απόδοσης και ποιοτικών χαρακτηριστικών για την ποικιλία Fuji 2005

	Παραγωγι κότητα	Βάρος καρπού	Σκληρότ. σάρκας	Διαλυτά στερεά	PH χυμού	Μηλικό οξύ
Παραγωγ ικότητα	1					
Βάρος καρπού	-0.19	1				
Σκληρότ. σάρκας	-0.69*	-0.01	1			
Διαλυτά στερεά	-0.77*	0.10	0.44	1		
PH	0.38	-0.30	-0.30	-0.37	1	

<i>χυμού</i>						
Μηλικό οξύ	-0.80*	0.13	0.72*	0.54*	-0.29	1

* στατιστικώς σημαντικές διαφορές για $p=0.05$

Συμφωνά με τον παραπάνω πίνακα, στον οποίο καταγράφονται οι συσχετίσεις απόδοσης και ποιοτικών χαρακτηριστικών για την ποικιλία Fuji, με την αύξηση της παραγωγικότητας υποβαθμίζεται η ποιότητα ως προς τη σκληρότητα σάρκας, τα διαλυτά στερεά και το μηλικό οξύ. Το μηλικό οξύ συσχετίστηκε θετικά με τη σκληρότητα σάρκας και τα διαλυτά στερεά, δείχνοντας έτσι την υψηλή γευστική ποιότητα και τραγανότητα συγχρόνως των μήλων Fuji.

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

1. Earl R., Wheeler P. N., Blackmore B. S., Godwin R. J. (1996). Precision Farming-the Management of Variability. *Landwards*, 51(4), 18-23
2. Markinos A., Gemtos T. A., Toullos L., Pateras D and Zerva G. (2002). Yield mapping cotton in Greece. 1st HAICTA Conference Proceedings, p 56-62, Athens .
3. Griffin T. W., Lowenbeerg-DeBoer J., Lambert D. M., Peone J. , Payne T. and Daberkow S. G. (2004). Adoption, Profitability and Making Better Use of Precision Farming Data. Staff Paper#04-06. Department of Agricultural Economics, Purdue University.
4. Godwin, R. J., Wood, G. A., Taylor, J. C., Knight, S. M and Welsh, J. P. (2003). Precision Farming of Cereal Crops: a Review of a Six Year Experiment to develop Management Guidelines. *Biosystems Engineering*, 84(4), 375-391.
5. Roel, A. and Plant R. E. (2004). Factors Underlying Yield Variability in Two California Rice Fields. *Agronomy Journal*, 96, 1481-1494.
6. Caspar, T. C., Colvin, T. S., Jaynes, D. B., Karlen, D. L., James, D. E., Meek, D. W., Pulido D. and Butler H. (2003). Relationship Between Six Years of Corn Yields and Terrain Attributes. *Precision Agriculture*, 4, 87-101.
7. Hofman A. R., Penigrahi, S., Gregor, B. and Walker J. (1995). In field Monitoring Sugar Beets. ASAE paper, 95-2114, ASAE, St Joseph Michigan.
8. Dobermann A. and Ping J. L. (2004). Geostatistical Integration of Yield Monitor Data Remote Sensing Improves Yield Maps. *Agronomy Journal*, 96, 285-297.
9. Velidis, G. C., Perry, D., Thomas, D. L., Wells, N., Kvien, C. K. (2003). Simultaneous assessment of cotton yield monitors. *Applied Engineering in Agriculture*, 19(3), 259-272.
10. Jurado-Exposito, M., Lopez-Granados, F., Garcia-Torres, L., Garcia- Ferrer, A., Sandez de la Orden, M., Atenciano, S. (2003). Multi-species weed spatial variability and site specific management maps in cultivated sunflower. *Weed Science*, 51, 319-328.
11. Velidis, G., Perry, C. D., Durrence, J. S., Thomas, D. L., Hill, R. W., Kvien, C. K., Rains, G. (2001). Field testing the peanut yield monitoring. In: Robert, P.C., Rust, R. H., Larson, W. E (Eds). *Proceedings of the Third International Conference on Precision Agriculture*, Minneapolis, USA, pp. 835-844.
12. Pelletier G., Upadyaya S. K. (1999). Development of a tomato load/yield monitor. *Computers and Electronics in Agriculture*, 23, 103-107.
13. Campbell R. H., S. L. Rawlings, S. Han (1994). Monitoring methods for potato yield mapping. ASAE paper 94-1584, ASAE, St Joseph Michigan.
14. Qiao J., Sasao A., Shibusawa S., Kondo N., Morimoto E. (2005). Mapping Yield and Quality using the Mobile Fruit Grading Robot. *Biosystems Engineering*, 90(2), 135-142.
15. Schueller, J. K., Whitney, J. D., Wheaton, T. A., Miller, W. M., Turner, A.E. (1999). Low-cost automatic yield mapping in hand harvested citrus. *Computers and Electronics in Agriculture*, 23, 145-153.
16. Stoorvogel, J. J., Orlich, R. A. (2000) An integrated system for precision agriculture in banana. *Proceedings of the 5th International Conference on Precision Agriculture*, Minneapolis, USA. *Proceedings in CD_182.pdf*
17. Pozdnyakova, L., Gimenez, D., Oudemans P. V. (2005). Spatial analysis of cranberry yield at three scales. *Agronomy Journal*, 97, 49-57.
18. Granados, F. L., Exposito, M. J., Alamo, S. , Garcia-Torres, L. (2004). Leaf nutrient spatial variability and site-specific fertilization maps within olive (*Olea europaea* L.) orchards. *European Journal of Agronomy*, 21, 209-222.
19. Cortell, J. M., Bracham J., Connelly A., Gallagher, A. V., Halbleib, J. N., Pinkerton, J. N., Righetti, T. L., Schreiner, R. P., Watson, B. T., Kennedy, J.A. (2004). Spatial variability of grape phenolics: using precision viticulture tools to optimise wine phenolic composition. *American Journal of Enology and Viticulture* 55(3), 297A. Abstracts: papers presented at the ASEV Eastern Section Technical Program. 14-16 July 2004, Roanoke, Virginia.
20. Γέμτος Θ. Α., Σ. Φουντάς, Α. Μαρκινός, S. Blackmore (2003). Γεωργία Ακριβείας. Προοπτικές Εφαρμογής στην Ελλάδα και στη Νότια Ευρώπη. Πρακτικά 3^{ου} Πανελλήνιου Συνεδρίου Γεωργικής Μηχανικής, Θεσσαλονίκη 29-31 Μαΐου 2003, σελ. 230-237.
21. Gemtos T. A., A. Markinos, L. Toullos, D. Pateras and G. Zerva. (2004). Precision Farming Applications in Cotton Fields of Greece. Presented in the CIGR conference Beijing, China 11-14/10/04 in Precision Agriculture Session No 30, *Proceedings in CD 30_096A. pdf*.
22. Koukoulakis, P. 1995. Basic principles of rational fertilization of crops. *Journal of Crop and Animal Husbandry*, Vol 9, pp 43-61 (Published by AgroTypos SA, Athens, Greece)

